55 PERIODICALS Inter-Amer. Trop. Tuna Comm. Annual Report 1953

INTER-AMERICAN TROPICAL TUNA COMMISSION

ANNUAL REPORT

FOR THE YEAR

1955

COMISION INTERAMERICANA DEL ATUN TROPICAL

INFORME ANUAL

CORRESPONDIENTE AL AÑO

1955

La Jolla, California

1956

INTER-AMERICAN TROPICAL TUNA COMMISSION

MEMBERS

COMISION INTERAMERICANA DEL ATUN TROPICAL

MIEMBROS

Costa Rica

José L. Cardona-Cooper
Virgilio Aguiluz
Victor Nigro

Panamá

Miguel A. Corro
Domingo A. Díaz
Walter Myers, Jr.

United States—Estados Unidos de América

Lee F. Payne
Eugene D. Bennett
Gordon W. Sloan
John L. Farley

INTER-AMERICAN TROPICAL TUNA COMMISSION

ANNUAL REPORT

FOR THE YEAR

1955

COMISION INTERAMERICANA DEL ATUN TROPICAL

INFORME ANUAL

CORRESPONDIENTE AL AÑO

1955

La Jolla, California

1956

CONTENTS INDICE

Annual Report of the Commission (Versión en inglés) 3-13

Informe Anual de la Comisión (Spanish version) 14-25

Appendix (Versión en inglés)

A. Report of the Director on the investigations during the year 1955 26-58

Apéndice (Spanish version)

A. Informe del Director sobre las investigaciones efectuadas durante el año 1955 59-95

REPORT OF THE INTER-AMERICAN TROPICAL TUNA COMMISSION FOR THE YEAR 1955

This is the fifth year of investigations, by the Inter-American Tropical Tuna Commission, of the fisheries for tunas and tuna-bait fishes in the Eastern Pacific Ocean adjacent to the shores of the Americas. These investigations are being conducted by an international scientific staff, under the provisions of a Convention to which Costa Rica, Panamá, and the United States are signatories. Other nations having an interest in these fisheries may adhere through exchange of correspondence with the present member governments.

The Convention provides that the Commission shall gather and interpret factual information to facilitate maintaining the populations of tunas and tuna-bait fishes at levels which will permit maximum sustainable catches year after year. For this purpose, it is authorized to conduct all kinds of required scientific investigations, to publish reports on its research results, and to recommend, on the basis of its investigations, proposals for joint actions by the member Governments to maintain the fish populations at levels which will permit maximum sustainable harvests.

The Commission started its work in 1951 with a small scientific staff, which has since been increased as additional financial support has become available. When the research was initiated in 1951, very little was known about the tropical tunas or the most important bait-fish species, and the status of the fishery with respect to the level of maximum sustainable yield was a wide open question. Although very much remains to be learned, the Commission has, after five years of study, a sufficient amount of factual information to assess the general status of the tuna and bait-fish stocks, and has in operation a program of continuous collection and evaluation of data for assessing the effects of fishing on the stocks. Satisfactory progress is also being made on the gathering of information regarding the details of the life history, ecology and behavior of the tunas and bait fishes which will be required as a basis of conservation measures, at such time as the fishery reaches proportions where such measures are necesssary.

Program of Investigations

Again in 1955, funds appropriated for the Commission's research work have been less than the amount repeatedly recommended as being required for the comprehensive program recommended by the Commission to the member governments. This has made it impossible to conduct work at sea in as extensive a fashion as is desirable. However, a moderate increase in funds made available in 1955 has enabled the Commission to initiate some new lines of investigation, and to pursue existing lines of research on a

more adequate basis. We have, at the same time, been again fortunate in being able, through cooperative arrangements with the Scripps Institution of Oceanography, to accomplish important investigations at sea from its research vessels which would otherwise have been impossible.

During 1955, the research of the Commission's staff has included the following items of study:

1) Collection, compilation and analysis of catch statistics, logbook records and related data for tunas and bait fishes.

   a) Continuing routine collection of these kinds of data for measuring changes in yield, apparent abundance, and intensity of fishing for the tunas and bait fishes.

   b) Analysis and interpretation of historical and current data, from 1934 to date, respecting changes in yield and abundance, as related to intensity of fishing, for the tuna species.

   c) Further preliminary analysis of changes in abundance and yield of tuna species by geographic sub-areas.

   d) Analysis of historical records and current data respecting changes of apparent abundance, yield and fishing intensity for the more important anchoveta populations. Compilation of estimates of total catch of all bait species by fishing areas and years, for the years back through 1947, for which adequate logbook records are available.

2) Investigations of life history, biology, population structure, and behavior of tunas.

   a) Continued "market-measurement" program at ports of landing to provide information on age, growth and size composition of tunas, by geographical sub-areas.

   b) Collection and analysis of morphometric data from tunas measured at sea.

   c) Investigations of the schooling habits of tunas important to consideration of possible conservation measures.

   d) Studies of tuna spawning by means of: (1) Examination of gonads of specimens when landed at canneries; (2) Distribution of tuna larvae in plankton hauls made over the Eastern Pacific in the course of the "Eastropic" oceanographic survey in October-December 1955.

   e) Collection of observations on seasons and areas of occurrence of juvenile tunas, by scientists aboard commercial vessels and research vessels, incidental to other work.

3) Tuna tagging.

   a) Research to develop improved methods of tagging tunas.

b) Initiation of a tagging program to provide data on migration and possible population sub-divisions of yellowfin and skipjack tunas.

4) Oceanography and tuna ecology.

a) Analysis of existing data on physical oceanography of the Eastern Pacific.

b) Participation of staff scientists in a cruise ("Eastropic") aboard vessels of the Scripps Institution of Oceanography to obtain new data on the physical, chemical and biological oceanography of the Eastern Pacific; commencement of analysis of materials and data collected on this cruise.

c) Correlation of results of oceanographic studies with the geographical and seasonal variations in distribution of tunas, measured by the results of the commercial fishery.

d) Investigation of possible means of obtaining continuing time series of oceanographic measurements for correlation with variations in distribution and abundance of tunas.

5) Investigations of life history, population structure, behavior and ecology of bait fishes.

a) Continuation of field studies at Panama to provide collections and observations for elucidating the life history, biology and ecology of the anchoveta population of the Gulf of Panama; continuation of serial observations on the hydrographic regime of the Gulf of Panama, and its biological effects.

b) Continuation of field studies in the Gulf of Nicoya, Costa Rica, to evaluate results of anchoveta transplantation experiment, to study the hydrography of the Gulf of Nicoya, and to provide material for studies of other bait species than anchoveta from this area.

c) Continuation of studies of anchovetas from other areas, based on samples provided by tuna fishermen.

Progress on Investigations

In July 1955 the appropriations for research were increased from $116,445 to $198,000 annually. This has made possible more intensive work on some lines of investigation already commenced, especially research on the biology, life history and ecology of tunas and bait fishes, and has made possible the inauguration of some new research projects. We have been able since July 1955 to employ on our staff an oceanographer and assistants to engage in research on physical and chemical oceanography, to employ new personnel to initiate work on tuna tagging, and to commence new research in biological oceanography. Funds have been budgeted for initiating studies of the relationships between meteorology and physical ocean-

ography, but personnel for this work had not been recruited by the end of the calendar year.

The Commission staff has been able to conduct important work at sea aboard vessels of the U. S. fishing fleet. Work at sea aboard research vessels during the fall of 1955 was made possible by the cooperation of the Scripps Institution of Oceanography, thus accomplishing some of the important work recommended by the Commission for which funds had not been made available by appropriations to the Commission.

Catch statistics, logbook data, and related information respecting operations of the tuna fleet operating from the U. S. ports are collected and analyzed by the staff on a continuing, current basis. This fleet accounts for over ninety percent of the catch of tropical tunas in the Eastern Pacific. The total catch of tunas for the entire fishery are compiled with the aid of agencies of the United States and other governments. From these data it is possible to determine currently the geographical distribution of the tunas, the total yield of the fishery, the relative intensity of fishing and the apparent abundance of the tunas. Estimates are also obtained of the quantities of bait, by species, taken in each baiting area, and their changes in relative abundance from year to year. From these series of statistics compared with comparable statistics from former years, it is possible to estimate the current condition of the fish stocks.

Analysis of the very large quantity of historical data to provide information on the effects of fishing on the aggregate population of each species of tuna in the Eastern Pacific was completed during the year, and scientific reports on these studies will be completed for publication during 1956. As previously reported, these researches indicate that the intensity of fishing for yellowfin tuna is sufficiently great to affect their average abundance, and that the intensity reached by 1952 and 1953 may be near that corresponding to maximum yield. There has been, however, a considerable decrease in fishing effort in 1954 and 1955, so that the fishery is currently below the level of maximum sustained production. With the decrease in the intensity of fishing, there has been an increase in the abundance during these two years, just as was expected from the previous interpretation of data for the years through 1953. The abundance of skipjack tuna has been shown to exhibit large variations unrelated to intensity of fishing. It is indicated that a considerable increase in average yield of this species should be possible with increased exploitation.

There have also been carried forward during the past year additional analyses of historical statistical data on tuna fishing by geographical subdivisions, in order to inquire into changes in abundance in relation to fishing effort and other factors over the years.

Analysis of historical records of bait-fishing effort and catch for the years 1947-1954 has also been brought nearly to completion. Particular attention has been given to the effects of fishing on the anchoveta popu-

lations in each of the fishing areas for this important bait species. The data indicate that in each area there are sizable variations in abundance of anchovetas from year to year, but that these appear to be unrelated to amount of fishing effort. It does not appear, therefore, that there is need for the establishment of conservation regulations under conditions of anchoveta abundance and fishing intensities which obtained during the past eight years.

The analysis of the dynamics of the tuna fishery of the Eastern Pacific has, so far, been based on considering each tuna species in this region to be a single biological unit. If, however, one or both species are, in truth, separated into several distinct or semi-distinct populations, it will be necessary to consider the dynamics of each component population, to make possible the maximum harvest from each. The interpretation of statistical data from this standpoint cannot proceed further until we know something of the existence and geographical boundaries of component populations. The population structure of the tunas is, therefore, perhaps the most urgent unsolved problem now faced by the Commission. Research on this problem is being pursued along three primary lines: morphometric analysis, measurement of migration by tagging, and analysis of temporal and geographical changes in size-composition of commercial sizes of tunas.

Morphometric analysis has already demonstrated rather conclusively that the yellowfin tunas of the Eastern Pacific are distinct from those further to the westward. Data for skipjack are still inconclusive in this respect. Morphometric data are being collected also for possible indication of sub-populations *within* the Eastern Pacific. Although additional data of this sort for skipjack were gathered and analyzed this year, they appear to be yet inadequate for drawing definite conclusions. Similar data for yellowfin are being collected, but more data will be required for profitable analysis.

The most direct way of investigating population structure is by tracing migration patterns by means of marked specimens. The California State Fisheries Laboratory commenced this approach three years ago, but results of this work have provided insufficient numbers of recovered tagged specimens to give even a first approximation to the migration pattern. It appears that there is a need to develop improved tagging methods to obtain a larger percentage of recoveries, and also to liberate a larger number of marked fish, if we are to come to understand the tunas' migrations in a reasonably short term of years. The Commission has, therefore, during the latter part of 1955 assigned a team of researchers to these endeavors. This work is being coordinated with the continuing efforts of the scientists of the State Fisheries Laboratory in order to avoid wasteful duplication of effort.

Seasonal and geographical changes in the size composition of commercial sizes of the tunas, gathered over a period of several years, may

also yield information on the migration and population structure of these species. For this purpose, and others, the Commission instituted in 1954 a continuing program of systematic collection of measurements of the lengths of tunas in representative samples of commercial landings from all major fishing areas, by monthly time intervals. The data so far collected indicate a sufficient complexity of behavior or migration that it will require the careful consideration of rather long series of data to arrive at a correct interpretation. This program must be continued for several years to yield reliable results.

Size-frequency data from the market measurement program are also valuable for studying other important aspects of the life history and biology of the tunas. Since groups of fish often persist in an area for considerable time periods, it is possible to determine the rate of growth of a size-group by following it from month to month in the samples from an area. From knowledge of the rate of growth, the approximate ages of the fish in the commercial catch may be inferred. Presently available data of this sort indicate that both the yellowfin and skipjack tuna are very rapid-growing fish, and that, for each species, the bulk of the commercial catch consists of members of only two or three age groups.

From the joint consideration of size composition of the landings and the relative apparent abundance measured by the catch-per-unit-of-fishing-effort, it should also be possible to determine whether the very large short-time variations observed in skipjack abundance are due to changes in true abundance in the sea, resulting from variations in the size of the incoming year-class, or to variations in availability to capture. Several years' data will be needed for this purpose.

Knowledge of seasonal and geographical distribution of spawning of each species of tuna is important for several reasons: such information is valuable in relation to the interpretation of size frequency data from the market measurement program, particularly with relation to the season of entry of the entering year class; if spawning is confined to certain areas only, or if there are characteristic differences in spawning seasons in different areas, these facts provide additional evidence as to population structure; information on temporal and geographical extent of spawning is of value in assessing the probability of fluctuations in abundance of the commercial stock due to variations in recruitment resulting from variations in success of spawning. Therefore, during 1954 there was initiated a study of determination of times and places of spawning by study of degree of maturation of gonads of specimens in the commercial catch. During 1954 data were collected from three initial sampling areas, on the basis of which there has been developed a rapid, objective method of assessing degree of maturity from weight of gonads and size of fish. On the basis of these preliminary studies, sampling of commercial landings for determining spawning seasons has been extended to additional fishing areas.

Additional information on spawning will result from the occurrence of larval tunas in plankton hauls taken at over 150 stations in the Eastern Pacific on expedition "Eastropic" in October-December 1955. Collection of juvenile tunas with lights and dipnets at night on this same expedition and similar collections from commercial tuna fishing vessels during tuna tagging cruises by Commission scientists are of value in this same context.

It has been indicated by analysis of the historical and current catch statistics that the skipjack tuna can probably support a much greater production than has yet been attained, whereas the production of yellowfin tuna is probably not far below the maximum sustainable yield. If this proves to be true, it will be necessary, at such time as the tuna fleet again resumes its expansion, to recommend measures for curtailing fishing effort on yellowfin while allowing the fishing effort for skipjack to increase. One of the most important considerations to devising practical measures of this sort, is to what degree selectivity can be exercised in the fishing, which, in turn, depends on the degree to which the two tuna species occur in separate schools. Investigation of this has been commenced by two methods: (1) Records of the percentage of "pure" schools of each species from individual sets of the nets of purse seine vessels (2) Observations by our scientists aboard fishing vessels in the course of cruises for other primary purposes, such as tagging. Preliminary indications are that a large percentage of schools are pure schools of a single species, so that selectivity in fishing is physically practical.

The productivity of the tuna populations, and the behavior of the tunas, are believed to be in large part determined by the features of their oceanic habitat. In order to understand the causes of fluctuations in catch not related to intensity of fishing, it is, therefore, essential that we obtain adequate information on the physical and biological features of the oceanic environment, which is termed oceanography, and the relationships of the tunas thereto, their ecology. Since the habitat of these high-seas pelagic fishes is a region of the Pacific Ocean extending from California to Peru and offshore several hundred miles, studies of this kind involve costly operation of seagoing research vessels. The Commission has not been able to support the operations of such craft, but it has been very fortunate in being able to make an excellent start on this sort of research by participating in cooperative investigations with the Scripps Institution of Oceanography, aboard vessels operated by that institution with primary support from other sources.

The accumulated data on physical and chemical oceanography, primarily from the "Shellback" expedition in 1952, but also from other sources, are being analyzed by scientists of the Commission staff and the Scripps Institution of Oceanography, and provide a good picture of the general circulation in this region of the sea. All of the basic analyses for this purpose have been completed and a report on the results is to be published in the Bulletin of the University of California in the near future.

During October-December 1954, two vessels of the Scripps Institution of Oceanography carried out a new expedition, "Eastropic," in the Eastern Pacific from California to northern Peru and offshore to longitude 120° W. On this expedition, survey data were obtained from areas not previously adequately covered, but primary attention was given to studying details of the currents in areas of particular interest, and in making measurements of standing crops of organisms at the lower levels of the food chain and of the rates of productivity of the primary plant producers, in various parts of the region. Important information was obtained on the physical processes responsible for the large standing crops of lower organisms and high rates of basic productivity in areas where tuna are caught in large numbers by the fishing fleet. From these and other data, correlated with the fishing records of the commercial fleet, it appears that the regions of concentration of the tunas correspond with regions where the physical processes produce conditions favorable for the production of organisms and this, in turn, provides good feeding conditions for the tunas. This offers the possibility of obtaining a basis of understanding and forecasting some of the fluctuations in tuna catches from knowledge of oceanographic variations. The further development and pursuit of this avenue of investigation is an important part of the Commission's research program.

Studies of the biology and ecology of bait fishes continues to be primarily devoted to the anchoveta, *Cetengraulis mysticetus*, which is the most important of the bait species. Study has continued of collections made by the tuna fleet, as well as collections made by Commission staff members. On the basis of these studies the age, growth and spawning seasons for each of the major populations are now fairly adequately known.

At our Panama laboratory studies are being continued on the life history and ecology of the important population of anchovetas in the Gulf of Panama. During the spawning season in the winter of 1955, special efforts were made to collect material to describe the egg and larval stages, and to differentiate them from the dozen other species of anchovies in the Gulf, which is a necessary prerequisite to surveys to determine temporal and spatial distribution of eggs and larvae in the Gulf.

The high abundance of anchovetas, shrimps, and other marine resources in the Gulf of Panama is believed to be due to the upwelling of deep, nutrient-rich water during the season of strong offshore winds in the winter and early spring. In order to better describe the physical phenomena involved, and to measure the effects on basic productivity, there are being made at our Panama laboratory serial observations on the physical, chemical and biological features of the waters at a fixed station in the Gulf, supplemented by surveys over the whole Gulf of some physical factors at seasonal intervals. These data, gathered over several years, and related to the fifty-year series of observations of sea temperature, sea level, and meteorological phenomena gathered by the Panama Canal Company, will

be employed, together with information on the biology of the anchovetas, to obtain a basis of explaining and forecasting variations in the size of the anchoveta population. As noted earlier, the variations in this bait-fish stock appear to be related to environmental phenomena rather than amount of fishing.

Based on collections made by staff members of our laboratory at Puntarenas, Costa Rica, a report has been prepared on the taxonomy and biology of the Clupeid and Engraulid fishes of the Gulf of Nicoya, which include species of secondary importance as tuna bait.

Continuing observations and collections are being made to estimate the increase in the anchoveta population in the Gulf of Nicoya and to obtain material for studying the biology of this species. These data indicate that the population resulting from the transplant from Panama in the fall of 1953 is continuing to reproduce, and that the size of the population is increasing, although, so far, more slowly than might have been hoped for. Probability of ultimately successful reestablishment of a commercially abundant population appears good, but no forecast can be made of the time required.

Observations are also being made, at intervals throughout the year, on hydrographic features in the Gulf of Nicoya, to be employed in elucidating the ecology of the anchoveta and other bait species.

Further details on the Commission's research during 1955 are given in a report by the Director of Investigations, attached hereto as Appendix A.

Publication of research results

Two reports were completed during 1955 for publication in our Bulletin series. These papers, the titles of which are given below, will be off press early in 1956.

Bulletin, Volume I, Number 5—"Observations on the taxonomy, biology and ecology of the Engraulid and Clupeid fishes in the Gulf of Nicoya, Costa Rica" by C. L. Peterson (English and Spanish).

Bulletin, Volume I, Number 6—"Studies of the sexual development and spawning of yellowfin tuna *(Neothunnus macropterus)* and skipjack *(Katsuwonus pelamis)* in three areas of the Eastern Pacific Ocean, by examination of gonads" by M. B. Schaefer and C. J. Orange (English and Spanish).

In addition to these publications, some papers have been published in other journals (see Report of Director of Investigations, page 58).

International Technical Conference on the Conservation of the Living Resources of the Sea

Pursuant to a resolution of the General Assembly, there was held in Rome from April 18 to May 10, 1955, under the auspices of the United

Nations, an International Technical Conference on the Conservation of the Living Resources of the Sea. At the request of the Secretary General, Dr. Schaefer, the Director of Investigations for this Commission, served during the preceding winter on a committee which prepared the agenda for the Conference and arranged for preparation of background papers. He was invited to prepare the basic paper on "Types of Scientific Information Required for a Fishery Conservation Program, and Types of Conservation Measures Applicable in a Conservation Program." At the Conference, he was one of the two technical advisers to the United Nations Secretariat.

As an observer for the Inter-American Tropical Tuna Commission, Dr. Schaefer also presented a paper on the research being conducted by the Tuna Commission.

Annual Meeting

The Commission held its regular annual meeting in the City of Panama, on July 14, 1955. The following actions were taken:

1) Approved publication of the Annual Report for the year 1954.

2) Reviewed research in progress, and discussed and approved the program of investigations for fiscal year 1955-1956.

3) Discussed the research program required to carry out the Commission's duties under the provisions of the Convention and the budgetary requirements. Recommended to the member Governments for fiscal year 1956-1957 a research program requiring a budget of $379,912.

4) Determined, on the basis of current information on utilization of yellowfin and skipjack tuna in the respective countries, that the joint expense of the Commission for fiscal year 1956-1957 shall be in the following proportions: United States 99.8%; Costa Rica 0.2% or $500, whichever is the greater; Panama $500.

5) Elected Sr. Miguel A. Corro of Panama Chairman and Sr. Lic. José L. Cardona-Cooper of Costa Rica Secretary for the next year.

6) Decided to hold a special meeting in Washington, D. C., in March 1956.

7) Agreed to hold the next annual meeting in July 1956 at a suitable location in Southern California, the date and place to be selected later.

Due to some augmentation of research funds, it has been possible to increase the scope of the Commission's research program, and to accelerate progress on existing lines of investigation, approaching a more nearly adequate program than has been possible in the past. Continued cooperation of

the Scripps Institution of Oceanography and the California State Fisheries Laboratory has been of material assistance to the Commission, especially the facilities for sea-going research provided by the former agency. Development of the research at sea on a fully adequate basis requires, however, that additional funds be made available to the Commission.

While, due to a decreasing amount of fishing during 1954 and 1955, there appears to be no immediate need for conservation regulations on either of the tropical tuna species, nor on any of the major stocks of bait fishes, it is probable that the economic difficulties of the industry will be overcome in the next few years, and the growth of the fishery resumed. At such time as the intensity of fishing rises above the levels previously attained, it is likely that recommendations for control of fishing for yellowfin tuna will be necessary. The Commission is, therefore, carrying forward as vigorously as possible scientific investigations to provide the information necessary as a basis for efficient recommendations.

INTER-AMERICAN TROPICAL TUNA COMMISSION

Miguel A. Corro, Chairman
Domingo A. Díaz
Walter Myers, Jr.
Eugene D. Bennett
Lee F. Payne
Gordon W. Sloan
John L. Farley
Victor Nigro
Virgilio Aguiluz
José L. Cardona-Cooper, Secretary

INFORME DE LA COMISION INTERAMERICANA DEL ATUN TROPICAL CORRESPONDIENTE AL AÑO 1955

Este es el quinto año de investigaciones efectuadas por la Comisión Interamericana del Atún Tropical sobre las pesquerías de atún y de peces de carnada usados para la captura de éste, en la zona del Pacífico Oriental adyacente a las costas de las Américas. Estas investigaciones están a cargo de un grupo internacional de científicos, de acuerdo con la Convención de la que son signatarias Costa Rica, Panamá y los Estados Unidos. Cualquier nación que tenga interés en estas pesquerías, puede adherirse a la Convención mediante un cambio de correspondencia con los Gobiernos Miembros.

La Convención estipula que la Comisión debe recoger e interpretar la información que facilite el mantenimiento de las poblaciones de atún y de peces-cebo a niveles que permitan sostener un máximum en la pesca, año tras año. Con este propósito, la Comisión está autorizada para efectuar toda clase de estudios que se consideren necesarios, para publicar informes sobre los resultados de su trabajo y para recomendar, con base en sus conclusiones, medidas de acción conjunta a tomar por los Gobiernos Miembros, en el sentido antes indicado, esto es, de conservar las poblaciones de peces a niveles que permitan un rendimiento máximo en forma continua.

La Comisión comenzó sus labores en 1951 con un personal científico pequeño, que ha ido aumentando conforme se ha dispuesto de mayores recursos económicos. Cuando se inició la investigación en 1951, muy poco se sabía de las especies tropicales de atún o de los más importantes peces de carnada, y las condiciones de la pesquería con respecto al nivel de la máxima producción sostenible constituían una interrogación, muy amplia por cierto. A pesar de que aún queda mucho por saber, la Comisión, después de cinco años de estudio, ha llegado a la posesión de informes suficientes para determinar el estado general de los stocks de atún y de peces-carnada, y tiene en operación un programa consistente en la continua recolección y evaluación de datos que permitan determinar los efectos de la pesca en las poblaciones. También se está logrando un progreso satisfactorio en la obtención de informes relacionados con detalles de la historia natural, la ecología y hábitos del atún y peces-cebo, que serán indispensables para dictar medidas de conservación cuando la pesca alcance proporciones que hagan necesarias tales medidas.

Programa de Investigaciones

También en 1955, los fondos destinados para el trabajo de la Comisión han sido menores que los que repetidamente se han recomendado como necesarios para desarrollar el amplio programa que la Comisión ha aconsejado propiciar a los Gobiernos Miembros. Esta falta de recursos adecuados ha hecho imposible efectuar un trabajo en el mar, en la forma intensiva que es deseable. Sin embargo, con el moderado aumento en los fondos de que

dispuso la Comisión en 1955, ésta ha podido iniciar algunas nuevas líneas de investigación y proseguir sus estudios previos en mejores condiciones. Al mismo tiempo, hemos sido otra vez afortunados al haber podido realizar, por medio de arreglos cooperativos con la Institución Scripps de Oceanografía, importantes investigaciones oceánicas a bordo de sus barcos- laboratorios; ésto habría sido imposible en otra forma.

Durante 1955, el trabajo del personal científico de la Comisión ha incluído las siguientes materias de estudio:

1) Recolección, compilación y análisis de estadísticas de pesca, de los informes registrados en las bitácoras (diarios de abordo) y de datos relacionados con el atún y los peces de carnada.

   a) Continuación de la recolección rutinaria de esta clase de datos para medir los cambios en la producción, abundancia aparente e intensidad de la pesca de atún y peces-cebo.

   b) Análisis e interpretación de los datos históricos y corrientes, de 1934 a la fecha, respecto de los cambios en el rendimiento y la abundancia, en cuanto se relacionan con la intensidad de la pesca de las especies de atún.

   c) Ampliación del análisis preliminar de los cambios en la abundancia y rendimiento de las especies de atún por sub-áreas geográficas.

   d) Análisis de los informes históricos registrados y de los datos corrientes relacionados con los cambios en la abundancia aparente, rendimiento e intensidad de la pesca en las más importantes poblaciones de anchovetas. Compilación de las estimaciones de la pesca total de todas las especies de carnada, por áreas de pesca y por años, desde 1947, de las que se dispone informes adecuados provenientes de los diarios de a bordo.

2) Investigaciones sobre la historia natural, biología, estructura de la población y hábitos de las especies de atún.

   a) Continuación del programa de "medición en los mercados" en los puertos de desembarque, para obtener información sobre la edad, crecimiento y composición de tamaños del atún por sub-áreas geográficas.

   b) Recolección y análisis de datos morfométricos del atún, en especímenes medidos a bordo en alta mar.

   c) Investigaciones de los hábitos gregarios del atún, importantes para la consideración de posibles medidas conservacionistas.

   d) Estudios sobre el desove del atún por los siguientes métodos: (1) Examen de las gónadas de los especímenes al ser descargados en las plantas enlatadoras. (2) Distribución del atún en estado larval en los arrastres planctónicos efectuados durante la expedición oceanográfica

"Eastropic" en los meses de octubre a diciembre de 1955, en la zona del Pacífico Oriental.

e) Recolección de observaciones sobre la aparición de atunes juveniles, por estaciones y zonas de pesca, realizados incidentalmente por científicos a bordo de embarcaciones comerciales y de investigación, al efectuar otros trabajos.

3) Marcación de atunes.

a) Estudio para mejorar los métodos de marcación de los atunes.

b) Iniciación de un programa de marcación para obtener datos sobre los movimientos migratorios y las posibles subdivisiones de las poblaciones de atún aleta amarilla y barrilete.

4) Oceanografía y ecología del atún.

a) Análisis de los datos existentes sobre la oceanografía física del Pacífico Este.

b) Participación de científicos del personal de la Comisión en una expedición ("Eastropic") a bordo de embarcaciones de la Institución Scripps de Oceanografía, con el objeto de obtener nuevos datos sobre la oceanografía física, química y biológica del Pacífico Oriental; iniciación del análisis de los materiales y datos recogidos en esta expedición.

c) Correlación de las conclusiones de los estudios oceanográficos con las variaciones en la distribución de las especies de atún, determinadas por los resultados de la pesca comercial.

d) Investigación de posibles medios de obtener, en forma continuada, series de tiempo de medidas oceanográficas para correlacionarlas con las variaciones en la distribución y abundancia del atún.

5) Investigaciones sobre la historia natural, estructura de las poblaciones, hábitos y ecología de los peces de carnada.

a) Continuación de los estudios en Panamá, con el fin de hacer recolecciones y observaciones para elucidar la historia natural, la biología y ecología de la población de anchovetas del Golfo de Panamá; y de las observaciones periódicas sobre el régimen hidrográfico de dicho golfo y sus efectos biológicos.

b) Continuación de los estudios en el Golfo de Nicoya, Costa Rica, para evaluar los resultados del experimento de trasplante de anchovetas, para conocer la hidrografía del golfo y para conseguir el material necesario con el fin de investigar otras especies de carnada, además de la anchoveta, en esa área.

c) Continuación de los estudios sobre las anchovetas de otras áreas, con base en las muestras proporcionadas por los pescadores de atún.

Progreso de las Investigaciones

En julio de 1955, los fondos destinados a las labores de la Comisión fueron aumentados de $116,445.00 a $198,000.00 por año. Esto ha hecho posible intensificar el trabajo en algunas ramas de la investigación ya comenzadas, especialmente en el estudio de la biología, historia natural y ecología de las especies de atún y de peces-cebo, y ha permitido también el comienzo de algunos nuevos proyectos de investigación. Desde julio de 1955 hemos podido emplear a un oceanógrafo y asistentes para encargarse del estudio de la oceanografía física y química, y aumentar nuestro personal para el comienzo del trabajo de marcación de atún y de nuevas investigaciones sobre la oceanografía biológica. Se han presupuesto sumas para iniciar estudios acerca de las relaciones entre la meteorología y la oceanografía física, pero el personal para este trabajo no había sido contratado a fines del año calendario.

El personal de la Comisión ha logrado efectuar importantes labores en el mar, a bordo de embarcaciones de la flota pesquera de los Estados Unidos. El trabajo en barcos-laboratorios durante el otoño de 1955 fué posible gracias a la cooperación de la Institución Scripps de Oceanografía, con lo que se consiguió algún avance en la importante tarea recomendada por la Comisión, para la cual no se le habían destinado fondos.

La recolección y el análisis de las estadísticas de pesca, de los datos registrados en las bitácoras y de los informes relacionados con las operaciones de la flota atunera que tiene su base en los puertos de los Estados Unidos, son efectuados por el personal en forma continua. Esta flota cubre más del noventa por ciento de la pesca de las especies tropicales de atún en el Pacífico Oriental. La producción total de túnidos de la pesquería entera de la región, se compila con la ayuda de oficinas de los Estados Unidos y de otros gobiernos. Estos datos permiten determinar corrientemente la distribución geográfica de las especies de atún, el rendimiento total de la pesquería, la relativa intensidad de la pesca y la aparente abundancia de esas especies. También se obtienen estimaciones acerca de las cantidades de carnada, por especies, pescadas en cada zona, y los cambios en su abundancia relativa, de un año a atro. Estas series de estadísticas, comparadas con las de años anteriores, nos permiten estimar las condiciones presentes de los stocks de peces.

El análisis de la inmensa cantidad de datos históricos para obtener información sobre los efectos de la pesca en la totalidad de la población de cada especie de atún en el Pacífico Oriental, logró completarse durante el año, y los informes científicos sobre estos estudios quedarán listos para su publicación durante 1956. Como se informó anteriormente, estas investigaciones indican que la intensidad en la pesca de atún aleta amarilla es suficientemente alta como para afectar su abundancia promedio, y que la intensidad alcanzada en 1952 y 1953 puede estar cerca de la correspondiente al rendimiento máximo. Ha habido, sin embargo, una merma considerable

en el esfuerzo de pesca en 1954 y 1955, de modo que la pesquería ha estado corrientemente por debajo del nivel de la máxima producción sostenible. Con la reducción en la intensidad de la pesca, se ha producido un aumento en la abundancia durante esos dos años, tal y como se esperaba de conformidad con una interpretación anterior de los datos hasta el año 1953. La abundancia del barrilete se ha presentado con grandes variaciones no relacionadas con la intensidad de las actividades pesqueras. Se considera que puede ser posible un considerable aumento en el rendimiento promedio de esta especie, si llega a intensificarse la explotación.

También durante el pasado año se han hecho análisis adicionales de datos estadísticos históricos sobre la pesca de atún, atendiendo a subdivisiones geográficas, a fin de determinar los cambios en la abundancia relacionados con el esfuerzo de pesca y otros factores a través de los años.

El análisis de los datos históricos con respecto al esfuerzo en la pesca de carnada y a la producción obtenida durante los años 1947 a 1954, está casi a punto de terminarse. Se ha dado especial atención a los efectos de la pesca en las poblaciones de anchoveta en cada una de las áreas productoras de esta importante especie de carnada. Los datos indican que en cada área hay apreciables variaciones en la abundancia de anchovetas, de un año a otro, pero estas varaciones no parecen estar relacionadas con el volumen del esfuerzo de pesca. En consecuencia, no se considera que haya necesidad de establecer medidas de conservación con respecto a las condiciones de abundancia de la anchoveta y la intensidad de la pesca obtenida durante los últimos ocho años.

El análisis de la dinámica de la pesca de atún en el Pacífico Oriental se ha basado, hasta ahora, en la consideración de que cada especie de atún en esta región constituye una sola unidad biológica. Sin embargo, si una o ambas especies se encuentran realmente divididas en distintas o semidistintas poblaciones, será necesario considerar la dinámica de los componentes de cada población si se desea obtener un rendimiento máximo de cada una. La interpretación de los datos estadísticos, desde este punto de vista, no puede llevarse adelante mientras no sepamos algo sobre la existencia y los límites geográficos de los componentes de cada población. El conocer la estructura de la población de los atunes es, consecuentemente, el problema de mayor urgencia quizás que debe resolver la Comisión en los presentes momentos. La investigación sobre este problema se continúa mediante los tres siguientes procedimientos: análisis morfométricos, determinación de los movimientos migratorios por la marcación de especímenes, y análisis de los cambios temporales y geográficos en la composición de tamaños de los atunes de medidas comerciales.

El análisis morfométrico ha demostrado ya en forma muy concluyente que el atún aleta amarilla del Pacífico Oriental es distinto de las especies que se encuentran más al oeste. Los datos referentes al barrilete no son todavía concluyentes a este respecto. Se recolectan también actualmente

datos morfométricos en busca de una posible indicación sobre la existencia de sub-poblaciones *dentro* del Pacífico Este. A pesar de que se obtuvieron y analizaron este año datos adicionales de esta clase sobre el barrilete, todavía parecen ser inadecuados para sacar conclusiones definitivas. Al presente se recolectan datos similares sobre el aleta amarilla, pero se necesitarán más aún para lograr un análisis provechoso.

El medio más directo para investigar la estructura de la población es el de señalar los movimientos migratorios con la ayuda de especímenes marcados. El Laboratorio de Pesquerías del Estado de California comenzó este trabajo hace tres años, pero los resultados no han sido nada satisfactorios: es tan insuficiente el número de los especímenes marcados que se ha logrado recobrar, que no da ni siquiera una idea aproximada del movimiento migratorio. Se considera una necesidad el desarrollar métodos de marcación más adelantados para recuperar un porcentaje mayor de especímenes y para marcar y liberar una cantidad más grande de peces, si es que queremos llegar a conocer las migraciones de las especies de atún en un término de años razonablemente corto. La Comisión, por lo tanto, durante la última parte del año 1955, ha dedicado un grupo de investigadores al logro de estos propósitos. Este trabajo se realiza en coordinación con los continuados esfuerzos de los científicos del Laboratorio de Pesquerías del Estado de California, para evitar una inútil duplicación de actividades.

Los cambios estacionales y geográficos en la composición de tamaños de los atunes de medidas comerciales, cambios que han sido registrados en un período de varios años, pueden también arrojar información en cuanto a movimientos migratorios y a la estructura de la población de estas especies. Para lograr este propósito y otros, la Comisión comenzó en 1954 un programa permanente de recolección sistemática de medidas de longitud en especímenes componentes de muestras representativas de desembarques comerciales provenientes de las más importantes áreas pesqueras, con intervalos de un mes. Hasta el momento, los datos recogidos indican una suficiente complejidad de hábitos o movimientos migratorios, que será necesario el examen cuidadoso de series de datos más extensas para llegar a una correcta interpretación. Este programa debe ser continuado por varios años para obtener resultados en los que se pueda confiar.

Los datos sobre frecuencia de tamaños que proporciona el programa de mediciones en los mercados, son también valiosos para el estudio de otros aspectos importantes de la historia natural y la biología del atún. Como los grupos de peces a menudo se mantienen en un área por considerables períodos de tiempo, es posible determinar la proporción del crecimiento de un grupo determinado de tamaño, con sólo seguirlo de un mes a otro mediante el examen de las muestras de una zona específica. Del conocimiento que se tenga sobre la proporción del crecimiento, pueden deducirse aproximadamente las edades de los pescados en la producción comercial. Los datos de esta clase que tenemos al presente, indican que tanto el aleta amarilla como el barrilete son peces de crecimiento muy rápido y que, en cada especie, el

grueso de la pesca comercial está constituído de solamente dos o tres grupos de edades.

Con base en el estudio conjunto de la composición de tamaños que presentan los desembarques y de la relativa abundancia aparente, estimada de acuerdo con los resultados de la "pesca por unidad de esfuerzo", sería también posible determinar si las grandes variaciones en corto tiempo observadas en la abundancia del barrilete se deben a cambios en la abundancia real en el mar, resultantes de las variaciones en el tamaño de las nuevas clases anuales, o bien a las variaciones en la disponibilidad para la captura. Se necesitarán los informes de varios años para resolver esta cuestión.

El conocimiento de la distribución estacional y geográfica del desove de cada especie de atún es importante por diversas razones: esta información es valiosa para la interpretación de los datos sobre la frecuencia de tamaños obtenidos a través del programa de medición en los mercados, particularmente en lo que se refiere a la estación en que se presenta una nueva clase anual; si el desove se limita a ciertas áreas solamente, o si existen diferencias características en las épocas de desove en diferentes áreas, estos hechos proporcionan también evidencia en cuanto a la estructura de la población; la información sobre la extensión temporal y geográfica del desove es importante en la determinación de la probabilidad de que se presenten fluctuaciones en la abundancia del stock comercial debido a las variaciones en la reposición, resultantes de las variaciones en el éxito del desove. En consecuencia, durante 1954 se inició el estudio para determinar las épocas y lugares del desove por medio de la observación del grado de madurez de las gónadas en especímenes tomados de la pesca comercial. En ese año se recolectaron datos en tres áreas iniciales de muestreo, lo que ha servido de base para desarrollar un método rápido y objetivo que permite determinar el grado de madurez por el peso de las gónadas y el tamaño de los peces. Con base en estos estudios preliminares, el muestreo en los desembarques comerciales ha sido extendido a otras áreas de pesca con el objeto de localizar las épocas de desove.

De la presencia de larvas de atún en las muestras de plancton tomadas en más de 150 estaciones en el Pacífico Oriental durante la expedición "Eastropic", entre octubre y diciembre de 1955, esperamos obtener información adicional sobre el desove de este pez. La recolección nocturna, durante esta misma expedición, de atunes juveniles atrayéndolos con una luz a una red sumergida, y otras recolecciones similares hechas a bordo de barcos atuneros comerciales, por científicos de la Comisión en viajes dedicados a la marcación de atunes, son también valiosas a este respecto.

El análisis de las estadísticas de pesca, históricas y corrientes, indica que el barrilete puede probablemente mantener una producción mucho mayor que la obtenida hasta ahora, en tanto que la producción de aleta amarilla está probablemente un poco más abajo del rendimiento máximo sostenible. Si ésto resulta cierto, será necesario, en el momento en que la

flota atunera reasuma otra vez su expansión, recomendar medidas para limitar el esfuerzo de pesca con respecto al aleta amarilla, y permitir a la vez que se aumenten las actividades para la captura del barrilete. Una de las consideraciones importantes para aconsejar medidas prácticas en el sentido indicado, es la que lleve a establecer hasta qué grado de selectividad puede aplicarse en la pesca, lo que a su vez depende del grado en que las dos especies de atún se presenten en cardúmenes separados. Sobre este aspecto se ha comenzado una investigación por dos métodos: (1) Registro de porcentajes de cardúmenes "puros" de cada especie, mediante el examen de cada operación efectuada con red por los barcos que emplean ese sistema. (2) Observaciones de nuestros científicos a bordo de embarcaciones pesqueras, en el curso de los viajes que hacen con otros más importantes objetivos, tales como la marcación de especímenes. Las indicaciones preliminares son las de que un gran porcentaje de los cardúmenes están constituídos por una sola especie, de manera que la selectividad en la pesca es físicamente practicable.

La productividad de las poblaciones de atún y los hábitos de este pez, se cree que en gran parte pueden ser determinados por las características de su ambiente oceánico. En consecuencia, para comprender las causas de las fluctuaciones en la producción pesquera, no relacionadas con la intensidad de la pesca, es esencial que obtengamos una adecuada información sobre los rasgos físicos y biológicos del medio oceánico en que los peces viven, es decir, sobre la oceanografía, así como acerca de las relaciones entre ésta y las especies de atún, o sea su ecología. Como la región que habitan estas especies pelágicas de alta mar en el Océano Pacífico se extiende de California al Perú en varios cientos de millas hacia afuera de la costa, los estudios de esa zona requieren una costosa operación con barcos-laboratorios capaces de surcar esas aguas. La Comisión no ha estado capacitada para costear operaciones de esa índole, pero ha sido afortunada al lograr un excelente comienzo mediante su participación en investigaciones de la Institución Scripps de Oceanografía, a bordo de embarcaciones operadas por esa institución con el soporte principal de otras fuentes.

Los datos acumulados sobre oceanografía física y química, principalmente de la expedición "Shellback" de 1952, y los conseguidos de otras fuentes, son al presente analizados por científicos del personal de la Comisión y de la Institución Scripps de Oceanografía, y proporcionan un buen cuadro de la circulación general en esta región del océano. Todos los análisis básicos que se han hecho con el propósito de estudiar este aspecto han sido ya terminados, y en un futuro próximo se publicará, en el Boletín de la Universidad de California, un informe sobre los resultados.

Durante el período comprendido entre octubre y diciembre de 1954, dos barcos de la Institución Scripps de Oceanografía efectuaron una nueva expedición, "Eastropic", en la región del Pacífico Oriental comprendida desde California hasta la parte norte del Perú, extendiéndose hacia afuera de la costa hasta 120° de longitud Oeste. En esta expedición se lograron

informes de áreas que no habían sido investigadas adecuadamente, pero se dió primordial atención al estudio de detalles sobre las corrientes en áreas de particular interés, y a la medición de la reserva de organismos en los niveles más bajos de la cadena alimenticia, así como a determinar la tasa de productividad de los elementos primarios productores de plancton, en varias partes de la región. Se obtuvo una importante información sobre el proceso físico responsable de las grandes reservas estables de organismos inferiores y de las altas proporciones de productividad básica en áreas en que la flota pesquera captura el atún en grandes cantidades. Estos y otros datos, correlacionados con los que arrojan los registros de pesca de la flota comercial, indican que las regiones en que hay concentraciones de atún son aquellas en que los procesos físicos proporcionan condiciones favorables para la producción de organismos que a su vez constituyen una buena base de alimentación para los túnidos. Esto permite comprender y prever algunas de las fluctuaciones en las pescas de atún, a base del conocimiento de las variaciones oceanográficas. El mayor desarrollo y la continuación de esta línea de investigaciones constituyen una parte importante del programa de trabajo de la Comisión.

Los estudios sobre la biología y ecología de los peces-carnada continúan dedicados principalmente a la anchoveta, *Cetengraulis mysticetus*, que es la más importante de esas especies. Se ha proseguido el examen de las colecciones hechas por la flota atunera, así como de las que han logrado reunir los miembros del personal de la Comisión. Por medio de estos estudios se ha llegado a un buen conocimiento de la edad, crecimiento y épocas de desove de cada una de las poblaciones más importantes.

En nuestro laboratorio de Panamá se continúan los estudios sobre la historia natural y ecología de la valiosa población de anchovetas del Golfo de Panamá. Durante la época de desove en el invierno de 1955, se hicieron esfuerzos especialmente encaminados a recolectar el material necesario para describir los huevos y los peces en estados larvales, y para diferenciarlos de otras doce especies de anchoas que se encuentran en el golfo, que es el paso previo necesario a cualquier investigación para determinar la distribución, en el tiempo y en el espacio, de los huevos y larvas en esa zona.

La gran abundancia de anchovetas, camarones y otros recursos marinos en el Golfo de Panamá, se cree es debida al afloramiento de aguas profundas y ricas en elementos nutritivos durante la época de fuertes vientos de alta mar en el invierno y a principios de la primavera. A fin de tener una mejor idea de los fenómenos físicos que allí se desarrollan y para apreciar sus efectos en la productividad básica, en nuestros laboratorio de Panamá se hacen series de observaciones sobre las características físicas, químicas y biológicas de las aguas en una estación localizada en el golfo; estas observaciones se complementan con el estudio en todo el golfo de ciertos factores físicos a intervalos estacionales. Los informes, recogidos durante varios años y relacionados con las series de observaciones sobre la temperatura marina, el nivel oceánico y los fenómenos meteorológicos que durante

cincuenta años lleva registrando la Compañía del Canal de Panamá, junto con la información biológica que se ha logrado acerca de la anchoveta, serán usados para obtener una base que permita explicar y prever las variaciones en el tamaño de la población de ese importante pez-carnada. Como se anotó anteriormente, las variaciones en el stock de anchovetas parecen tener más relación con los fenómenos del medio ambiente que con el volumen de la pesca.

Con base en las colecciones hechas por miembros del personal de nuestro laboratorio de Puntarenas, Costa Rica, se ha elaborado un informe sobre la taxonomía y biología de los peces Clupeidos y Engráulidos del Golfo de Nicoya, entre los que se encuentran especies de importancia secundaria como carnada.

Se están efectuando continuas observaciones y recolecciones para estimar el crecimiento de la población de anchovetas en el Golfo de Nicoya y para conseguir material con el fin de estudiar la biología de esta especie. Los datos que arrojan estas observaciones y recolecciones indican que la población resultante del trasplante de anchovetas de Panamá en el otoño de 1953 ha continuado reproduciéndose y que el tamaño de esa población va en crecimiento, a pesar de que hasta ahora el aumento se opera más despaciosamente de lo que se habría podido esperar. La probabilidad de un exitoso restablecimiento de una población comercialmente abundante parece buena, pero no puede predecirse el tiempo en que ésto pueda lograrse.

También se hacen observaciones, a intervalos a través de todo el año, sobre las características hidrográficas del Golfo de Nicoya, las cuales serán empleadas para elucidar la ecología de la anchoveta y de otras especies de carnada.

En un informe del Director de Investigaciones que se agrega al presente como Apéndice A, se dan mayores detalles acerca del trabajo de la Comisión durante el año 1955.

Publicación de los resultados de la investigación

Dos informes quedaron terminados durante 1955 para su publicación en nuestra serie de Boletines. Estos trabajos, cuyos títulos se dan a continuación, serán editados a principios de 1956.

Boletín, Volumen I, Número 5—"Observaciones sobre la taxonomía, biología y ecología de los peces Engráulidos y Clupeidos del Golfo de Nicoya, Costa Rica" por C. L. Peterson (en inglés y español).

Boletín, Volumen I, Número 6—"Estudios, mediante el examen de gónadas, del desarrollo sexual y desove del atún aleta amarilla *(Neothunnus macropterus)* y del barrilete *(Katsuwonus pelamis)*, en tres regiones del Pacífico Oriental" por M. B. Schaefer y C. J. Orange (en inglés y español).

Además de estas publicaciones, algunos trabajos han aparecido en otras revistas (ver el Informe del Director de Investigaciones, página 94).

Conferencia Técnica Internacional sobre Conservación de los Recursos Vivos del Mar

De conformidad con una resolución de la Asamblea General, del 18 de abril al 10 de mayo de 1955 se efectuó en Roma, bajo los auspicios de las Naciones Unidas, una Conferencia Técnica Internacional sobre Conservación de los Recursos Vivos del Mar. A solicitud del Secretario General, el Dr. Schaefer, Director de Investigaciones de nuestra Comisión, formó parte de un comité que durante el invierno precedente elaboró la agenda de la Conferencia e hizo los arreglos para la preparación de los trabajos fundamentales. Se le pidió que presentara un estudio básico sobre "Tipos de Información Científica Requeridos para un Programa de Conservación Pesquera, y Tipos de Medidas Aplicables a un Programa Conservacionista". El Dr. Schaefer fué uno de los dos técnicos asesores del Secretariado de las Naciones Unidas. Además, como observador por la Comisión Interamericana del Atún Tropical, presentó un trabajo sobre la investigación que efectúa la Comisión del Atún.

Reunión Anual

La Comisión tuvo su reunión regular anual en la Ciudad de Panamá, el 14 de julio de 1955. Se desarrolló en la forma siguiente:

1) Se autorizó la publicación del Informe Anual correspondiente al año 1954.

2) Se hizo una exposición de las investigaciones en marcha, y se discutió y aprobó el programa de trabajo para el año fiscal 1955-1956.

3) Se discutió el programa de investigaciones requerido para el cumplimiento de las obligaciones de la Comisión, de conformidad con las cláusulas de la Convención, así como el presupuesto necesario para este objeto. Se recomendó a los Gobiernos Miembros un programa a base de un presupuesto de $379,912.00 para el año fiscal 1956-1957.

4) Se acordó, con base en los informes sobre utilización de las especies de atún y barrilete por los respectivos países, que los gastos de la Comisión por el año fiscal 1956-1957 se sufragaran en las siguientes proporciones: Estados Unidos 99.8%; Costa Rica 0.2% ó $500.00, la suma que resulte mayor; Panamá $500.00.

5) Se eligió Presidente al Sr. Miguel A. Corro, de Panamá, y Secretario al Sr. Lic. José L. Cardona-Cooper, de Costa Rica, para el período anual 1955-1956.

6) Se decidió la celebración de una reunión especial en Washington, D. C., en marzo de 1956.

7) Se resolvió efectuar la próxima reunión anual en julio de 1956, en un lugar conveniente del Sur de California que será escogido con oportunidad, lo mismo que la fecha.

Gracias a un aumento en los fondos destinados a las investigaciones, ha sido posible ampliar la esfera de acción del programa de nuestro organismo, así como acelerar el progreso en las líneas de estudio que se venían desarrollando, a fin de alcanzar un más adecuado ritmo que el logrado en el pasado. La constante colaboración prestada por la Institución Scripps de Oceanografía y el Laboratorio de Pesquerías del Estado de California, ha sido de importancia material para la Comisión, especialmente en cuanto a las facilidades para las investigaciones a bordo que ha proporcionado la primera. Sin embargo, para dar todo el énfasis requerido a la investigación en el mar, se necesita proveer a la Comisión de mayores recursos económicos.

Entre tanto, en vista de que el volumen de la pesca ha disminuído durante 1954 y 1955, no parece que haya necesidad inmediata de establecer medidas de conservación con respecto a ninguna de las especies tropicales de atún, ni a ninguna de las más importantes poblaciones de carnada, y es probable que la industria salga avante de sus dificultades económicas dentro de unos pocos años y vuelva a ensancharse la pesca. Cuando la intensidad de las actividades pesqueras llegue a sobrepasar los niveles anteriormente alcanzados, será necesario hacer recomendaciones para el control de la pesca de atún aleta amarilla. La Comisión, consecuentemente, está avanzando en la forma más activa que le es dable en las investigaciones científicas para obtener la información que le permita aconsejar con eficiencia las medidas conservacionistas a tomar en el momento oportuno.

COMISION INTERAMERICANA DEL ATUN TROPICAL

Miguel A. Corro, Presidente
Domingo A. Díaz
Walter Myers, Jr.
Eugene D. Bennett
Lee F. Payne
Gordon W. Sloan
John L. Farley
Víctor Nigro
Virgilio Aguiluz
José L. Cardona-Cooper, Secretario

APPENDIX A

REPORT ON THE INVESTIGATIONS OF THE INTER-AMERICAN TROPICAL TUNA COMMISSION FOR THE YEAR 1955

By

Milner B. Schaefer, Director of Investigations

The research staff of the Inter-American Tropical Tuna Commission is engaged, pursuant to the provisions of the Convention, in gathering and interpreting the factual information required for maintaining the populations of tunas and tuna-bait fishes at such levels as will make possible maximum sustainable catches year after year. This requires investigations along a number of different lines, each a part of a comprehensive program of study of the biology, ecology and population dynamics of the fish populations of concern to the Commission, in order to assess the effects both of fishing and of natural, environmental factors on these populations.

The Commission has adopted and repeatedly recommended to the member governments a research program of adequate scope to meet the requirements of the Convention. Due to limitation of appropriations, it has not been possible to implement the complete program on a fully adequate scale. With an increase in funds during the latter half of the year 1955, however, we have been able to commence the development of some lines of research previously not possible, and to bring other studies, earlier begun, up to a more nearly adequate level of research effort, although financing is yet not sufficient for the full support of extensive work at sea which will be required for the solution of some of the important problems of tuna ecology.

During 1955, there has been continued on an adequate basis the collection and analysis of catch statistics and related information on the operations and results of the fishing fleets, which provide the indispensable basis of determining the effects of fishing on the tuna and bait resources, and also furnish measurements of the geographical distribution and variations in abundance of the resources. Increased research effort has been directed to studies of the population structure of the tuna species, and to investigations of their life history and behavior, with particular reference to those aspects which appear to be most pertinent to considerations of their population dynamics. Investigations of the physical, chemical and biological oceanography of the Eastern Pacific, with particular reference to the phenomena important to understanding the temporal and geographical variations in the tuna stocks, have been carried forward, largely in cooperation with scientists of the Scripps Institution of Oceanography, which provided major facilities for extensive work at sea during the

autumn of 1955. This cooperative work has made possible much greater progress on understanding the ecology of the tropical tunas than could have been obtained by the Commission within its own funds.

Major emphasis in research on the bait-fishes continues to be placed on the anchoveta, *Cetengraulis mysticetus*, which is the most important to the fishery of the several bait species, and appears to be more nearly fully utilized than any of the others. Research on the biology, life history, ecology, and populations dynamics of the anchoveta, and limited studies of other bait species, are conducted both from the headquarters laboratory and from regional laboratories in Costa Rica and Panama.

We wish to again acknowledge our indebtedness to the Scripps Institution of Oceanography which, by providing office and laboratory space to our staff, the use of its facilities, and the advice and assistance of its Director and Faculty, has very greatly aided the staff of the Commission in all aspects of its research.

Investigations during 1955 have included the following activities:

1. Compilation of current statistics of total catch, amount and success of fishing, and abundance of the fish populations

Measurements of the apparent abundance of the fish stocks supporting the fishery, the magnitude of the harvests being made, and the amount of fishing effort required to reap the harvests, are obtained on a continuing, current basis from the detailed records of the fishery. These data provide the basic information for studying the dynamics of the tuna and bait-fish resources, and for keeping the Commission and the member governments informed regarding their current status in relation to the conditions corresponding to maximum sustainable yields. The Commission's staff maintains a system of collection, tabulation, and analysis of records of total catch of each species from the Eastern Pacific, and information from a very large sample of the fishing fleet on amount of fishing effort and resulting catches, both of tunas and bait-fishes, by species, geographical areas, and seasons of each year. This system of collection and interpretation of catch statistics is perhaps the most important phase of our work.

Statistics of total catch of tunas

An estimate of the total catch of each tuna species in the entire Eastern Pacific is obtained from compilation of data from a number of sources, as described in previous reports. These figures of total production are believed to be essentially complete, except for minor quantities consumed in countries other than the United States, for which accurate and complete figures are not always available, but these are negligible. There are tabulated in Table 1, for the years since 1940, the total landings of each species in the Eastern Pacific, and the amount of these that were landed in the United States, or transshipped from other countries as

TABLE 1. CATCH OF YELLOWFIN AND SKIPJACK TUNA FROM THE EASTERN PACIFIC OCEAN

1940-1955, *in millions of pounds.*

	Landed in or transshipped frozen to United States				Total Catch, Eastern Pacific				
Year	Yellowfin	Skipjack	Not identified by species	Total	Yellowfin	Skipjack	Not identified by species	Total	% Yellowfin
1940	113.9	56.6	....	170.5	114.6	57.6	....	172.2	67
1941	76.7	25.6	....	102.3	76.8	25.8	....	102.6	75
1942	41.5	38.7	....	80.2	42.0	39.0	....	81.0	52
1943	49.3	28.9	....	78.2	50.1	29.4	....	79.5	63
1944	63.1	30.0	1.1	94.3	64.1	31.2	1.1	96.4	66
1945	87.3	33.3	....	120.6	89.2	34.0	....	123.2	72
1946	128.4	41.5	....	169.9	129.7	42.5	....	172.2	75
1947	154.8	52.9	....	207.8	160.1	53.5	....	213.6	75
1948	199.8	60.9	0.2	260.9	200.3	61.5	7.3	269.1	76
1949	191.7	80.6	1.2	273.5	192.5	81.0	9.2	282.7	70
1950	204.7	126.8	....	331.5	224.8	129.3	....	354.1	63
1951	181.8	118.3	3.7	303.9	183.7	121.1	3.7	308.5	60
1952	191.3	89.2	2.8	283.3	192.2	90.8	4.5	287.5	68
1953	138.3	133.6	....	271.9	138.9	133.7	1.6	274.2	51
1954	135.0	172.2	0.1	307.3	138.6	173.7	1.5	313.8	44
1955	135.4	127.1	....	262.5	140.9	128.0	....	268.9	52

frozen tuna for canning in the United States. Since over 95% of the total catch, in recent years, is canned in the United States, these latter figures are a good index to total production.

The catch of yellowfin tuna was nearly as large in 1954 as in the preceding year, despite a rather considerable decrease in fishing intensity. The amount of fishing declined even further in 1955, but the catch of yellowfin tuna remained as high as in the previous year. This is associated with a notable increase in the accumulated stocks of this species, as will be shown below.

Landings of skipjack declined in 1955, both due to the decrease in amount of fishing and to a slight decline in apparent abundance. The latter is not surprising, since this species has been shown to exhibit large fluctuations in abundance not associated with changes in fishing effort, and the apparent abundance in 1954 was the highest on record.

In consequence of these changes in yield of the two tuna species, the percentage of yellowfin in the landings increased to 52 percent, which is still one of the lowest values on record for the modern fishery.

The major share of the catch of both species is made by clippers, using live bait to attract the fish, and pole-and-line to catch them. The remaining part of the catch is taken by purse-seiners. During 1955, the share of the landings of the California fleet which was made by purse-seiners increased (as shown in Table 2) to well above the normal value for recent years. This is primarily attributed to a strike of cannery workers in Southern California during the latter part of the year, which seriously curtailed the operation of the clippers, but which had a much lesser effect on the purse-seiners, since it came at a time of the year when many of the seine vessels characteristically turn to other fisheries.

TABLE 2. PERCENTAGE, BY SPECIES, OF LANDINGS OF CALIFORNIA BASED VESSELS THAT WAS CAUGHT BY CLIPPERS

Year	Yellowfin	Skipjack
1948	81.9	92.3
1949	86.6	94.1
1950	80.6	89.6
1951	90.8	88.7
1952	82.8	87.2
1953	73.1	90.8
1954	85.9	87.8
1955	77.8	88.8

Total catch and catch-per-unit-of-effort of each tuna species, for vessels keeping logbooks for the Commission, are tabulated and charted by geographical sub-divisions of our statistical system, which has been de-

scribed in earlier reports. These charts are prepared both on a quarterly and annual basis. These provide a means of determining the regions of greatest tuna abundance, and shifts in the fishery within and between years.

Measurement of changes in abundance of tunas

Catch-per-day's-fishing, computed from the logbook records of tuna clippers, is employed to measure changes in apparent abundance of the tunas. The apparent abundance may not be always proportional to the true abundance of fish in the sea, because of variations in their availability to capture. Over a series of years, however, the variations in availability should average out, so that the trends are meaningful in terms of true relative abundance. Furthermore, we may sometimes take into account ancillary information on environmental changes and changes in the behavior of the tuna stocks, and so avoid confusing changes in availability with changes in true abundance.

The average catch-per-day's-fishing is calculated, for each tuna species, by six different size classes of tuna clippers. By applying correction factors for the relative efficiency of different size classes, we also combine the data for different size classes to obtain a single estimate of apparent abundance of each species in terms of catch-per-day's-fishing of a size class taken as a standard.

These estimates of apparent abundance computed from the logbook data, for yellowfin and skipjack tuna for years 1951 through 1955 are depicted in Figure 1. With respect to yellowfin tuna, it may be seen that the apparent abundance increased markedly for all size classes in 1955. The increase was especially large for the two smallest size classes, which fish exclusively in the northern part of the range of the fishery, well north of the Gulf of Tehuantepec.

The general increase in apparent abundance of this species during 1955 is associated with a further decline in fishing effort from 1954. The increases in apparent abundance in 1954 and in 1955 are believed to represent a real increase in the stocks of this species in the Eastern Pacific, in response to decreased fishing pressure. Indeed, the quantitative relationships between fishing effort and abundance for these two years are in accordance with the expectations from theoretical models of the dynamics of the fishery for this species fitted to data of previous years.

The remarkable increase in catch-per-unit-of-effort for the smallest size classes, however, probably represents, in part, increased availability in the "local" fishing areas off Baja California, due to the presence of fish in these waters somewhat later in the fall than normal. Oceanographic data which may explain this variation have not yet been processed.

This same phenomenon of greater availability on the "local" grounds is probably also responsible for the slight increase in apparent abundance

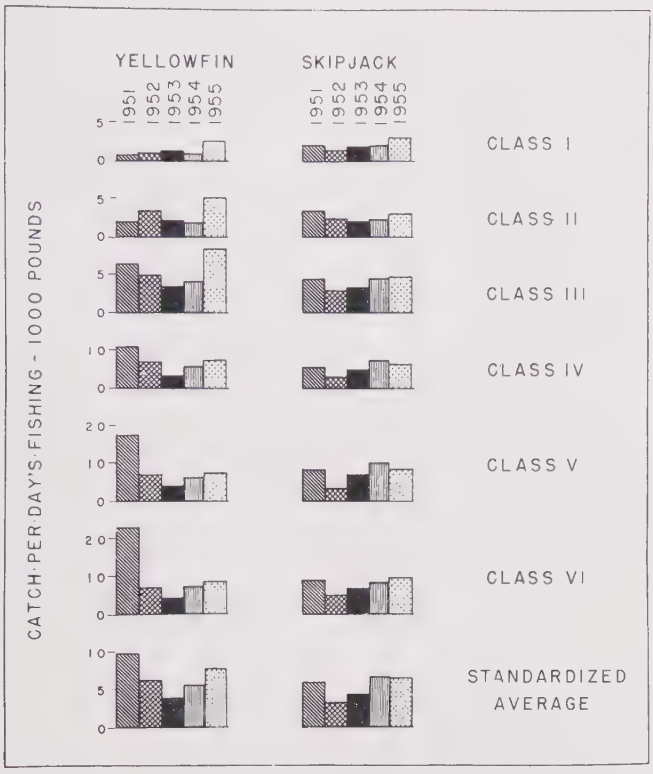

FIGURE 1. Catch-per-day-of-tuna-fishing, by species and vessel size class, for clippers, 1951-1955.

of skipjack measured by the two smallest size classes, in contrast to a small decline for some other classes. The general apparent abundance of skipjack during 1955 was above average.

1955 Bait catch statistics

The major share of the catches of yellowfin and skipjack tunas from the Eastern Pacific is made by vessels which use live bait. In 1955, the Commission obtained accurate logbook records of the amounts and kinds of bait-fish taken by approximately 90 percent of the California-based fleet. In order to estimate the amounts of each kind of bait taken by those vessels for which we do not obtain logbook information, it is assumed that the ratio of the amount of each kind of bait used to the quantity of tuna caught by such vessels is the same as for those for which we obtain complete logbook data. The unknown quantities of bait can then be estimated from the known landings of tuna by such vessels. These estimates, added to the logged amounts of bait, give an approximate total catch of bait for the entire fleet. These estimated totals of the several kinds of bait-fish for 1955 are given in Table 3, together with comparative data for earlier years. These statistics do not include bait taken by a few very

TABLE 3. ESTIMATED AMOUNTS* AND PERCENTAGES OF KINDS OF BAIT FISHES TAKEN BY CLIPPERS BASED IN U. S. WEST COAST PORTS
1946-1955

	1946		1947		1948		1949		1950	
	Amount	Percent	Amount	Percent	Amount	Percent	Amount	Percent	Amount	Percent
Anchoveta *(Cetengraulis mysticetus)*	398	29.6	836	39.5	964	32.3	1,079	39.3	1,700	47.6
California sardine *(Sardinops caerulea)*	389	28.9	405	19.1	416	13.9	514	18.7	318	8.9
Galapagos sardine *(Sardinops sagax)*	28	2.1	97	4.6	753	25.2	570	20.7	959	26.9
Northern anchovy *(Engraulis mordax)*	132	9.8	141	6.7	147	4.9	138	5.0	239	6.7
Southern anchovy *(Engraulis ringens)*	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
California sardine and Northern anchovy mixed and not separately identified	203	15.1	250	11.8	349	11.7	217	7.9	187	5.2
Herring *(Opisthonema, Harengula)*	23	1.7	62	2.9	42	1.4	40	1.5	45	1.3
Salima *(Xenocys jessiae)*	126	9.4	259	12.2	217	7.3	117	4.3	32	0.9
Miscellaneous and unidentified	45	3.3	66	3.1	95	3.2	72	2.6	90	2.5
TOTALS	1,344		2,116		2,983		2,747		3,570	

	1951		1952		1953		1954		1955	
	Amount	Percent	Amount	Percent	Amount	Percent	Amount	Percent	Amount	Percent
Anchoveta *(Cetengraulis mysticetus)*	1,708	63.5	2,542	59.5	1,618	37.2	1,820	46.3	1,321	51.0
California sardine *(Sardinops caerulea)*	366	13.6	286	6.7	413	9.5	203	5.2	541	20.9
Galapagos sardine *(Sardinops sagax)*	130	4.8	596	14.0	1,145	26.3	590	15.0	247	9.6
Northern anchovy *(Engraulis mordax)*	143	5.3	577	13.5	814	18.7	604	15.4	159	6.2
Southern anchovy *(Engraulis ringens)*	.....	.....	.....	.....	36	0.8	553	14.1	214	8.3
California sardine and Northern anchovy mixed and not separately identified	13	0.5	53	1.2	168	3.9	65	1.7	9	0.4
Herring *(Opisthonema, Harengula)*	137	5.1	124	2.9	88	2.0	49	1.2	49	1.9
Salima *(Xenocys jessiae)*	118	4.4	51	1.2	31	0.7	23	0.6	21	0.8
Miscellaneous and unidentified	76	2.8	40	0.9	36	0.8	20	0.5	25	0.9
TOTALS	2,691		4,269		4,349		3,927		2,586	

*In thousands of scoops

small California vessels which fish sporadically for tuna, nor do they include bait taken by vessels which are based in Latin America, or which transship their catches to the U. S. from Latin American ports or deliver to Puerto Rico.

The total quantity of bait used by the United States fleet declined considerably in 1955. In 1954, approximately 3,900,000 scoops were used as compared to 2,586,000 in 1955. (A "scoop" of bait is the amount of fish that is usually transferable in a small dipnet and is equivalent, on the average, to about 8 pounds of raw fish.) This sharp decrease in the 1955 bait catch is associated with the greatly reduced fishing effort.

In 1955, as in previous years, the anchoveta was the most important species accounting for 51% of the total. The Gulf of Panama provided the largest quantity of this species in 1955. The long fishing season for tuna off Baja California was reflected in a sharp percentage increase in the use of California sardines, from 5% of the total bait in 1954 to approximately 21% in 1955. Except for the anchoveta and California sardine, both the relative and absolute amounts of all other species declined in 1955 from levels recorded the previous year.

In past annual reports the Commission listed three genera: *Opisthonema*, *Sardinella*, and *Ilisha* as contributing to the catch of "herring." However, continued examination of the bait samples returned to us by the baitboat fleet reveals that only two genera *Opisthonema* and *Harengula* are of importance as bait-fish. *Ilisha* has been found to occur only very occasionally in the samples, probably as stray specimens. The species *Sardinella thrissina* is correctly assignable to the genus *Harengula* and henceforth shall be so reported.

2. Compilation and analysis of historical data on tuna

The statistical information, which is being collected on a current and continuing basis, cannot be properly interpreted in terms of the condition of the stocks of yellowfin and skipjack tunas without sufficient understanding of the inter-relationships between amount of fishing, abundance of the tuna populations, and the resulting harvests. Such understanding requires the careful analysis of data over a considerable series of years, encompassing different levels of fishing intensity. We have, therefore, given major attention to the analysis of quantitative historical records of the fishery bearing on this subject. During 1955 some of the studies of these basic data were brought to completion and are now being prepared for publication.

In order to understand what is happening at present between the fishing intensity and the resources, and to be able to anticipate the future, we have had to examine events in the past. The approach has been to study the relationship between tuna abundance (measured from the

detailed operational results of the United States clipper fleet), total catch (from the entire Eastern Pacific), and calculated intensity of fishing.

Changes in the apparent abundance of yellowfin and skipjack tunas were measured in two ways, both of which later proved to be quite compatible. From historical records of the arrival and departure dates of individual fishing vessels, and the catches resulting from corresponding trips, obtained from canneries, vessel-owners associations, and other sources, for almost the entire fleet ,we were able to calculate the average catch-per-day's-absence-from-port for each tuna species for each year back to 1934. The catch-per-day's-absence for baitboats includes the variations in the abundance and availability of both the tunas and the bait-fishes which are necessary for catching tunas, as well as the effects of time spent running, and other activities not directly related to tuna fishing, so that it can be regarded only as a measure of the overall success of fishing experienced by the fishermen. If the average share of time spent in activities other than actual tuna fishing remains nearly constant, however, the catch-per-day's-absence may be regarded as a measure of apparent abundance of tuna.

A better index of population magnitude than the catch-per-day's-absence is the catch-per-day's-tuna-fishing, which eliminates the variations due to baiting, running, etc. The catch-per-day's-fishing is derivable, however, only from information kept by the fishermen in their logbooks, so an attempt was made to collect all of the logbooks for past years that were still available. An adequate number of such logbooks were obtained for more recent years, back to about 1947, and a useful number for earlier years, some going back to 1930. Fortunately, the catch-per-day's-fishing of both yellowfin and skipjack, for all sizes of baitboats, was found to be closely related to the catch-per-day's-absence of the same species for years in which we had adequate information for both measures. From regression lines describing these relationships (see Annual Report for 1954), it was then possible to calculate the catch-per-day's-fishing for years where we lacked extensive logbook information, but for which we had complete data on catch-per-day's-absence.

Both the catch-per-day's-absence and the catch-per-day's-fishing are related to vessel size. Therefore, in order to combine the data for the several size classes into units which are comparable from year to year, it was also necessary to compute efficiency factors for standardizing the catch-per-day's-fishing, in order to arrive at a single, combined estimator of apparent abundance of each tuna species which is independent of the sizes of vessels in the fleet, and, therefore, comparable from year to year.

In Figure 2 are shown, for yellowfin tuna, for the years 1934-1954: the *total catch* of this species in the Eastern Pacific by all gear; the catch-per-day's-fishing, based on all classes of clippers, but standardized to size class 4, measuring *apparent abundance;* and, calculated from these two series of

data, the total *intensity of fishing* in units of a standard vessel's fishing day. This graph is the same as that in last year's report, except one more year has been added. It may be seen that, corresponding to the sharp decrease in intensity of fishing in 1954, there was an appreciable increase in the abundance of this species. Although the catch statistics are not yet complete for 1955, it is known that there was an even further decrease in intensity in this year, and, correspondingly, as we have already seen from Figure 1, there has been a further increase in the abundance. This reaction of the stocks of yellowfin tuna to the change of fishing intensity during 1954 and 1955 tends to confirm the conclusion previously reached on the basis of data through 1953, that the intensity of fishing for this species is sufficiently high to produce marked effects on the population abundance. The values of fishing effort and apparent abundance for 1954, and preliminary estimates of such values for 1955, considered in relation to theoretical formulae fitted to the series of data for 1934-1953, indicate that the level of fishing effort was, in the last year, somewhat below that corresponding to maximum sustainable average yield.

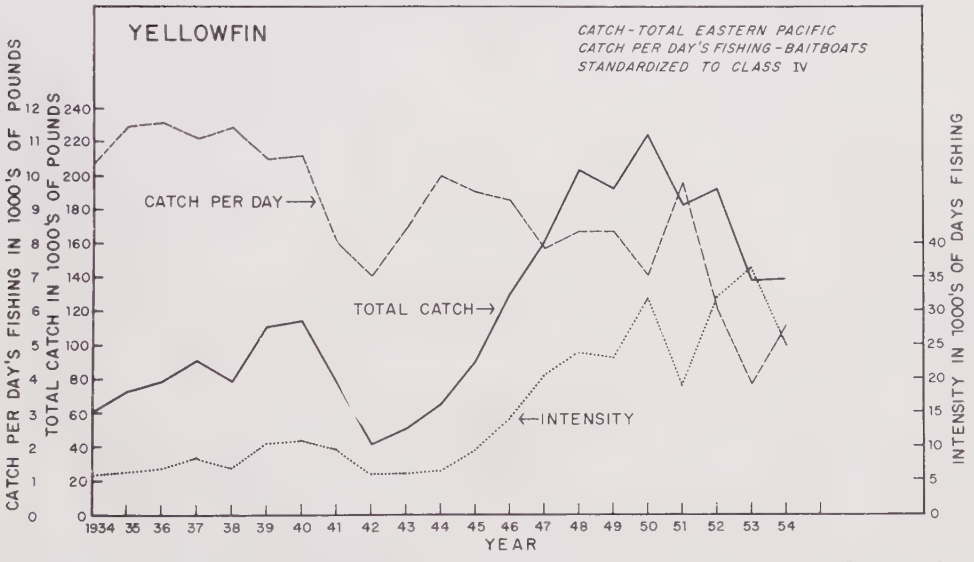
YELLOWFIN
CATCH - TOTAL EASTERN PACIFIC
CATCH PER DAY'S FISHING - BAITBOATS
STANDARDIZED TO CLASS IV
CATCH PER DAY'S FISHING IN 1000'S OF POUNDS
TOTAL CATCH IN 1000'S OF POUNDS
INTENSITY IN 1000'S OF DAYS FISHING
CATCH PER DAY→
TOTAL CATCH→
←INTENSITY
1934 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54
YEAR

FIGURE 2. Total catch, standardized catch-per-day's-fishing, and calculated relative fishing intensity, for yellowfin tuna in the Eastern Pacific Ocean.

In Figure 3 is illustrated the continuation to 1954 of the series of measurements of yield, apparent abundance and fishing effort for skipjack, which was published through 1953 in last year's report. As we have pointed out before, this species shows quite large variations in apparent abundance unrelated to changes in fishing effort, from which we have concluded that the intensity of fishing is sufficiently low for this species to have no effect on the stocks which can be, so far at least, detected in the presence of other existing fishery-independent causes of variation. The data for 1954 and 1955 provide no basis for changing this opinion.

These conclusions consider the effects of fishing on the Eastern Pacific populations of yellowfin and skipjack tuna in the aggregate. It may be, in reality, that the stocks of tropical tunas are further divisible into sub-populations, and that the fishery bears unevenly upon the various units. Until we are able to determine whether or not such sub-populations exist, and, if so, define the limits of these naturally occurring biological units, we cannot evaluate the catch and abundance data in terms of such sub-populations. However, as a preliminary, exploratory study, we have computed an average estimate of abundance for each of a number of arbitrarily determined sub-areas, during the period 1947-1954. These values, which are presented in Figure 4, represent the average density of fish in each 5° square within the designated area. The bottom panel gives the abundance of fish that would be encountered in an average 5° square within the whole range of the Eastern Pacific fishery. These measures are *not* weighted by the amount of fishing within an area (5° square) as is the case for the catch-per-standard-day's-fishing given in Figures 2 and 3. Since fishermen tend to be able to concentrate in areas and seasons where the fish aggregate, we would expect the abundance estimates of Figures 2 and 3 to be somewhat higher than those of the bottom panel of Figure 4 and, indeed, this is verified by a comparison of the two sets of data.

While the estimates of Figure 4 are preliminary, and subject to further

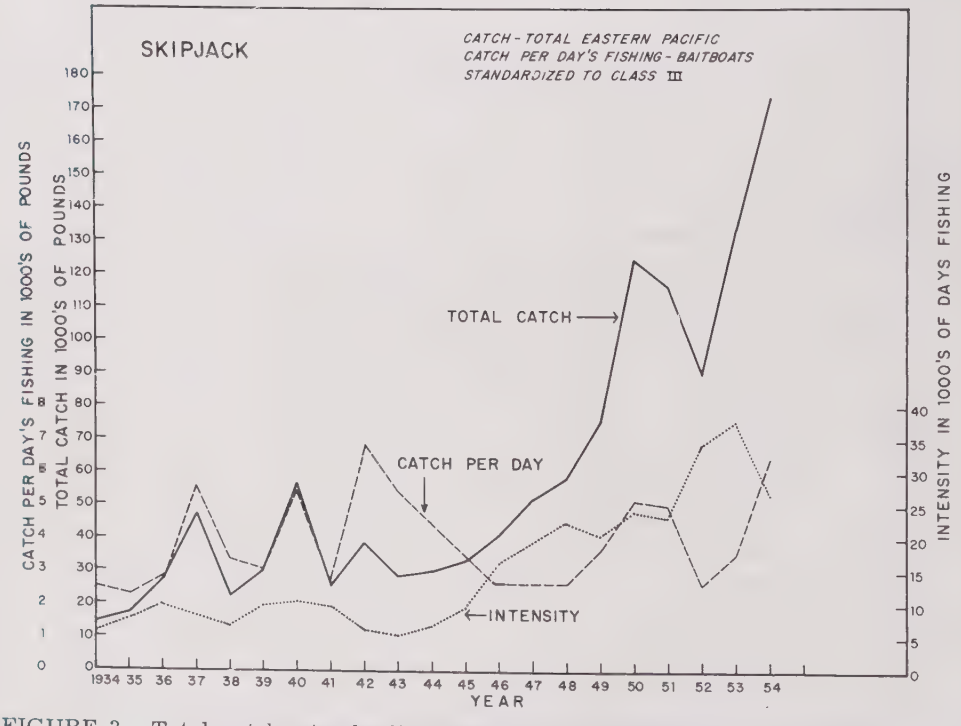
SKIPJACK
CATCH - TOTAL EASTERN PACIFIC
CATCH PER DAY'S FISHING - BAITBOATS
STANDARDIZED TO CLASS III
TOTAL CATCH
CATCH PER DAY
INTENSITY
CATCH PER DAY'S FISHING IN 1000'S OF POUNDS
TOTAL CATCH IN 1000'S OF POUNDS
INTENSITY IN 1000'S OF DAYS FISHING
YEAR
1934 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54

FIGURE 3. Total catch, standardized catch-per-day's-fishing, and calculated relative fishing intensity, for skipjack tuna in the Eastern Pacific Ocean.

refinement as our research proceeds, they are instructive in showing the manner in which the standing crops of yellowfin and skipjack have changed from year to year within certain sub-regions. For yellowfin tuna, we find the variations in population magnitude for all areas except the most northerly fishing grounds to have followed more or less the same downward trend in recent years, with partial recovery in 1954. The markedly high

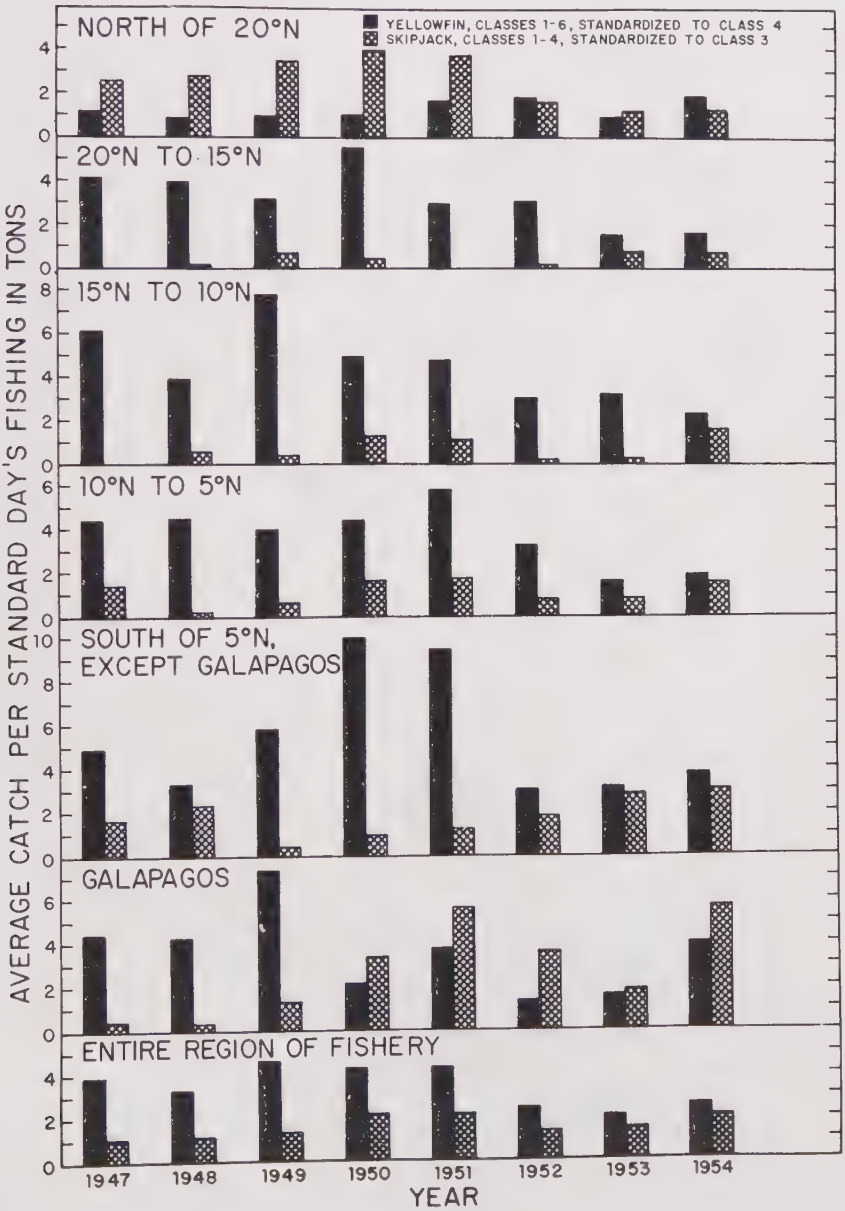

FIGURE 4. Standardized catch-per-day's-fishing in various sub-regions of the Eastern Pacific Ocean, 1947-1954.

density encountered in the area south of 5° N, excluding the Galapagos Islands, in 1950 and 1951 was due to the shift in southern limits of fishery at that time to newly discovered areas of tuna concentration off the coast of northern South America, which produced mostly yellowfin tuna. However, as the long-range component of the fleet concentrated on this region, the abundance of yellowfin was reduced considerably by 1952. Respecting skipjack, there seems to be no consistent picture between areas except for the fact that skipjack appear to be relatively more abundant at the two ends of their range than in intervening areas. This is probably related to the habits of skipjack tuna, which are a more temperate water species, going further north and further south than yellowfin tuna. The increase in apparent density of skipjack around the Galapagos Islands and other distant areas in the most recent years, is believed to reflect a shift of fishing effort to this species by the longest range vessels, which formerly tended to pass by skipjack schools so long as yellowfin tuna were sufficiently abundant.

3. Compilation and analysis of historical data on the bait-fishes

Prior to the initiation of the investigations by the staff of the Commission in 1951, no records were collected by any agency respecting the amounts and kinds of bait-fishes used by tuna vessels. Since 1951, over 80% of the vessels based on the West Coast of the United States, which produce the predominant share of all tuna taken by hook and line in the Eastern Pacific, have kept for the Commission detailed records of their bait fishing activities, from which it is possible to estimate the total quantities of each kind of bait taken by this entire fleet each year. From logbooks which had been kept by some vessels during years before this, and which the vessel masters have made available to us, adequate information has been obtained to make similar estimates for years back to 1946. Prior to this, the available data are too few to provide reliable estimates.

The estimated amounts of each kind of bait taken by the clippers based on the United States West Coast, for the years 1946 through 1955, are tabulated in Table 3 and shown graphically in Figure 5. The total amount is estimated from the amounts logged in the following fashion: the amount of each kind of bait logged by vessels of each size class is multiplied by the ratio of the total tonnage of tuna landed by all vessels of that size class to the tonnage landed by vessels of the size class for which logbook data on bait catches are available. The resulting estimates for each size class are then summed to give the estimated total for the fleet.

It may be noted that the figures in Table 3 differ slightly from data previously published in our annual reports. This is because prior to 1954 in the earlier reports, the multiplying factors for the estimates were based on tuna landings for the fleet as a whole, rather than by size classes. Also there was a small computing error in 1954 for anchovetas, which has been corrected.

The data in Table 3 and Figure 5 reflect the post-war development of the fishery. Not only did the total bait catch increase in conformity with the increase in tuna landings, but with the reconstitution of the long-range component of the fleet, due to return of some vessels from naval service and the construction of new craft, there were some shifts in relative importance of the species used. The catch of California sardine and northern anchovy, which are employed primarily in the fishing areas nearer to the ports of landing, increased relatively less, on the average, than the catch of anchovetas, which are used to a greater extent in the more distant areas. Similarly, the catch of Galapagos sardines, also employed in distant fishing areas, increased relatively more rapidly until 1954. In 1954 and 1955, significant quantities of the southern anchovy (or Peruvian "anchoveta") were taken, and appear to have, perhaps, replaced in part the Galapagos sardine. The latter species is, however, notably variable in its apparent abundance from year to year. In 1951, for example, the very low catch is known to be due to the scarcity of sardines in Galapagos.

From the data it may be seen that the bait catch is predominantly of only five species:*Cetengraulis mysticetus*, *Sardinops sagax*, *Sardinops caerulea*, *Engraulis mordax* and *Engraulis ringens*. As has been noted in earlier reports,

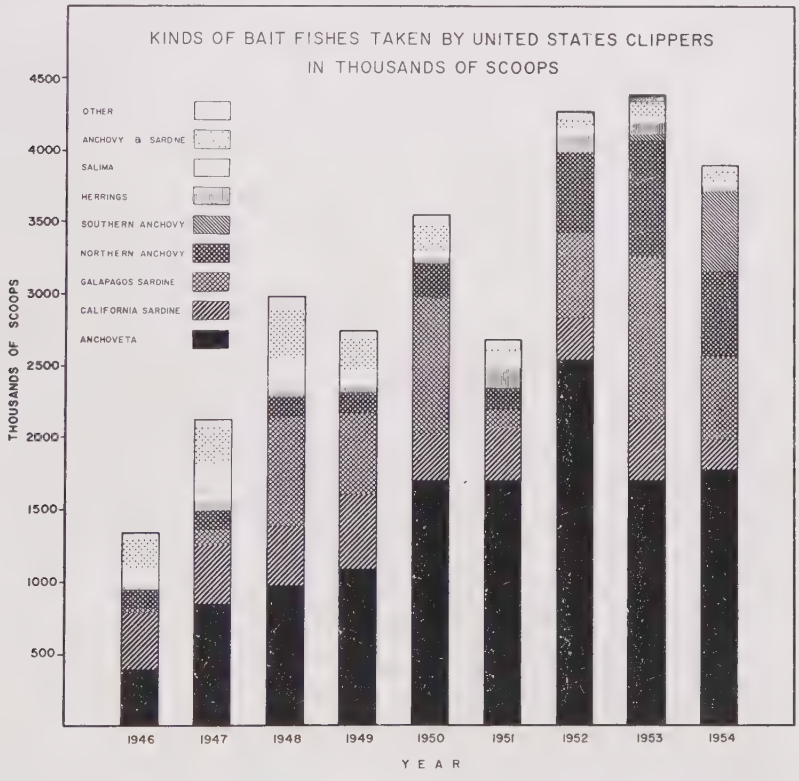

FIGURE 5. Total catch of bait fishes by United States tuna vessels, by kinds, 1946-1954.

the last three species are harvested in much greater quantities by other fisheries than that for tuna bait, and are also under study by other agencies. Primary attention is, therefore, being given by us to the anchoveta, *Cetengraulis mysticetus*, with some analysis of catch statistics of the other species going forward in addition.

Analysis has been completed of existing statistical data with respect to changes in fishing effort, catch, and apparent abundance of anchovetas in five major baiting areas (Almejas Bay, Guaymas, Ahome Point, Gulf of Fonseca, Gulf of Panama). Studies of meristic characters of specimens from these locations have, as reported before, indicated that each is inhabited by a separate population, so they must be treated as separate units.

The clippers not only log the amounts and kinds of bait captured, but also the place of capture for each day of fishing. From these data it has been possible to derive estimates, for each of these baiting areas, for each year since 1946 or 1947, of the total catch of anchovetas, their apparent abundance, and the total fishing effort. Total catch is estimated, for each area, from the quantity of anchovetas logged from the area, by the application of correction factors to allow for the catches of those vessels not keeping logs. These correction factors are based on the tonnage of tuna landed by all vessels compared to landings by those vessels which have kept logs, as described above. The estimate of apparent abundance is the catch-per-day-of-bait-fishing of the sample of the fleet for which logs are available. Just as in the case of tuna fishing, it was discovered that vessels of different size classes have different efficiencies, so it has been necessary to compute efficiency factors for each class relative to a standard class (class IV, of 201-300 tons capacity) based on catch-per-day of vessels of different classes when fishing in the same areas during the same years. These factors are applied to adjust the catch-per-unit-of-effort of all size classes to a standard measurement. Total effort, in terms of number of standard day's fishing, is estimated by dividing estimated total catch by the standard catch-per-day-of-bait-fishing.

These measurements for the anchoveta fishery of the Gulf of Panama during the period 1946-54 are shown in Figure 6. It may be seen that, over this nine-year period, the fishing effort and the annual total catch have increased very greatly. No downward trend in apparent abundance is evident; indeed there is possibly a slight upward trend over the series. There appears to be no evidence that the increased effort and catch have affected the level of abundance of the population. There are evident, of course, sizeable variations in apparent abundance from year to year, but these are not correlated with changes in fishing effort.

Some other areas, for example Guaymas, have exhibited even a wider range of variation in apparent abundance of anchovetas than has the Gulf of Panama. In no case, however, do the data, over the series of years for

which they are available, indicate any measurable relationship between fishing effort and abundance. It appears, therefore, that, for each of the major baiting areas, the variations in population size are to be attributed primarily to natural factors, and are relatively little affected by the amounts taken by the fishery at present levels of fishing effort.

A Bulletin on the analysis of bait-fish catch statistics is in process of preparation.

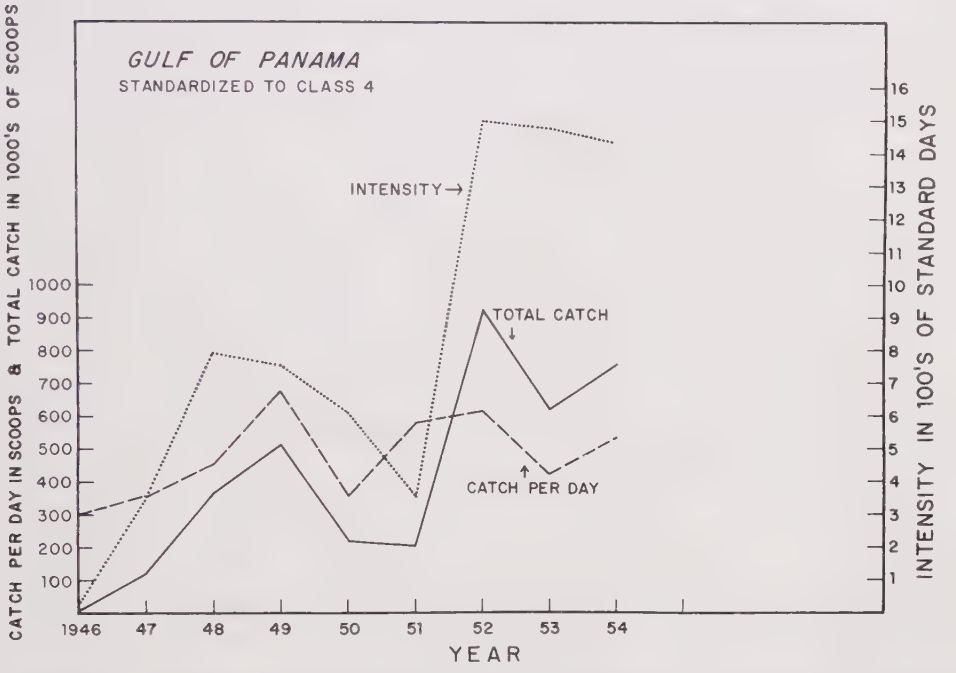

FIGURE 6. Total catch, standardized catch-per-day, and calculated relative fishing intensity, for anchovetas in the Gulf of Panama, 1946-1954.

4. Research on biology, life history, and ecology of tunas

Information respecting the life history and behavior of the tunas, and their relationships to the physical and biological features of their environment, is necessary both in order to properly interpret the data from catch statistics with respect to the effects of fishing on the resources, and in order to arrive at an understanding of the variations in abundance and yield of the populations which are due to variations in other factors than amount of fishing. During 1955, the staff of the Commission has been able to carry forward, at an accelerated rate, lines of investigation previously commenced, and also to initiate some important additional researches.

Population structure and migration

The problem of elucidating the population structure of the yellowfin and skipjack tunas is being attacked by three methods: analysis of mor-

phometric data, liberation and recovery of tagged specimens, and analysis of size composition of the commercial catch.

Further investigations into the racial structure of skipjack, based on morphometric analysis, has been carried forward during 1955. Two additional series of morphometric data on skipjack were collected at sea during the year. Mr. Angot, a visiting French scientist, obtained measurements from 75 fish off Costa Rica aboard the California Fish and Game research vessel *Scofield* in May. The second sample consists of 132 fish measured off Baja California aboard the tuna clipper *Viking* by a member of the Commission's staff in August.

Comparison of four series now available from within the Eastern Pacific region reveals statistically significant differences. There is some indication of differences between fish from the Baja California and Central American areas, but the analysis is confounded, because the variation between areas cannot be estimated apart from possible differences between measurements of different observers. Inasmuch as it is impossible at present to determine the significance of the confounding source of variation, further sampling, providing estimates of the confounding variation, is necessary before inferences as to the intra-regional racial structure can be arrived at.

A comparison of samples from the Eastern Pacific with samples from the Hawaiian region has shown that the differences in body proportions of skipjack from the two areas are not significant in relation to the variation between samples within the two regions. Consequently, any differences, if in fact they do exist, cannot be demonstrated with the present data.

Morphometric measurements of yellowfin tuna have also been gathered during the year from several fishing areas within the Eastern Pacific incidental to tagging and other work at sea. No analysis of them has yet been made, however.

The problem of population structure may be approached more directly by tracing the movements of fishes by means of tagged specimens. With a sufficiently large number of liberations and recoveries of tagged tunas, it may be possible to determine whether, as adults, they remain within circumscribed regions or migrate from one region to another and, in the latter case, it may also be possible to estimate the rates at which intermixing between different localities occurs. Unfortunately, the tunas, despite their size, are quite delicate fish and, until recent years, little success has been achieved in developing suitable techniques for tagging them. Scientists of the California State Fisheries Laboratory succeeded in 1952 in devising a tag which resulted in some recoveries, and have continued to tag both yellowfin and skipjack tunas each year since. Some tagged specimens have been recovered more than a year after tagging, and movements of several hundred miles have been recorded in some instances. The data are, however, as yet too few to support conclusions as to possible subpopulations, geographical boundaries thereof, or rates of intermixing.

Because of the very great importance of this problem, the staff of the Commission during the latter part of the past year, has commenced a new research project directed toward devising improved tags and tagging techniques in order to increase the percentage of recoveries. Several types of tags have been tested experimentally on mackerel in tanks at the Scripps Institution of Oceanography and at the Marineland of the Pacific at Palos Verdes, in order to screen out unsuitable types. Field trials were commenced in December of certain types which appear promising, by liberating tunas with such tags from fishing vessels at sea. 365 yellowfin and 1006 skipjack were tagged between December 1, 1955, and January 6, 1956, off northern South America. Additional work at sea is going forward as this is written. This work will be vigorously pursued during the forthcoming year.

A third approach to the study of mixing of fish between areas is through the analysis of the size composition of samples of the commercial catch, which also is a basis of investigating growth, mortality, and variation in year class strength. For these purposes, we commenced in the summer of 1954 a continuing program of collecting such data in a systematic fashion, which is designated the "market measurement" program.

Investigations based on analyses of the size composition of the commercial catch

The collection of length-frequencies of yellowfin and skipjack tuna, in samples of the fish landed at San Diego and San Pedro, has continued during 1955. This "market measurement" program has as its objectives the estimation of growth, mortality, variations in year-class strength, and mixing between different fishing areas.

For purposes of sampling, the fishing region has been divided into several sampling areas, based on the average distribution of total catch logged by the tuna clippers (Figure 7).

The program was started in July 1954, but useful data are available only for a few months and areas during that year. Sampling has proceeded very well in 1955 and over 100,000 fish, of both species, have been measured. Unfortunately, due to the seasonal variation of effort and catch in the various sampling areas, it is not possible to collect complete time-series in all areas. It appears, however, that several of the areas will provide data sufficiently continuous for our purposes.

Because of the large number of fish involved, the data are being tabulated by punch-card techniques under a contract with the International Business Machines Corporation. This gives a saving of both time and money over manual methods.

Primary emphasis is being placed initially on the development of suitable sampling methods which will provide, most efficiently, representative samples of the catch. The problem is somewhat complex and sufficient data are not yet at hand to allow a final analysis.

The nature of the occurrence of modes in the size-frequencies in the landings from different areas indicates that the behavior of both tuna species may prove to be quite complex. In certain areas, modal sizes appear to persist and progress in a regular fashion over long time periods, while in other cases, there is evidence of rather sudden transitions. It is hoped that, by comparison of the pattern of sizes in different areas, aided by clues from tagging results, it will eventually be possible to arrive by this means at an understanding of the pattern of movements of fish between sampling areas.

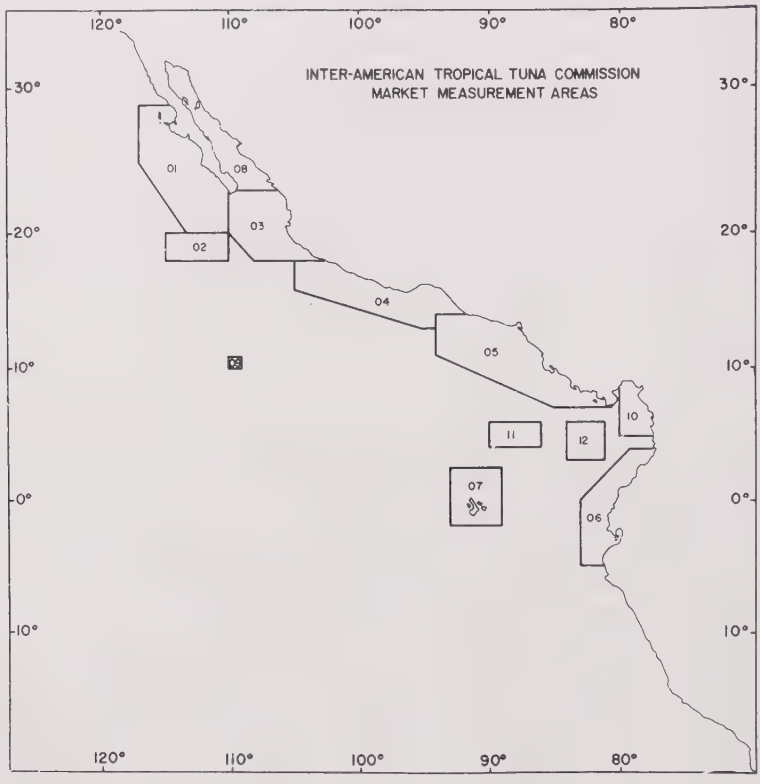

FIGURE 7. Sampling areas for the program of "market measurements".

It does appear that certain modal size groups often persist in an area for several months, and remain quite distinct from those in adjacent areas. From this it would appear that mixing between areas is certainly not rapid and continuous.

From the size composition of the catch, and the progression of persistent modes in certain areas, it has also been possible to infer that both species are quite fast-growing, and the commercial fishery depends for each species, primarily on only two age groups of rather young fish. It will, of course, be necessary to accumulate data for several years to ascer-

tain how the size (and age) composition varies from year to year, and so arrive at some estimate of the variations in year-class strength.

Spawning and early development of tunas

As reported last year, a study of the spawning areas and spawning seasons of the tunas, based on examination of ovaries from specimens sampled from the commercial landings, was commenced in 1954. During that year, samples were obtained, during the different seasons, from three areas: off the Coast of Baja California, the vicinity of the Revilla Gigedo Islands, and off the Coast of Central America. These samples have been examined in detail, with particular reference to devising methods of objectively judging degree of ripeness without having to measure developing eggs from the ovaries. It was found that a "gonad index" computed by dividing the weight of the ovaries by the cube of the fish length provided quite a good estimator of the size of developing eggs, and was independent of fish size. A Bulletin on these studies and on the spawning seasons of the two tuna species in these areas, inferred from the material collected in 1954, is now in press.

With a rapid and objective method of judging maturity available for use, sampling of the commercial catch for detecting spawning seasons and areas was continued in 1955 in the three areas studied in previous years, and was also extended to include two new areas, one off northern South America and another consisting of the waters near Galapagos Islands. Data from these series of samples have not yet been completely processed.

Some idea of the geographical extent of spawning both in the fishing areas and in regions farther offshore may be obtained from the occurrence of tuna larvae in plankton hauls. During the "Eastropic" expedition (see page 47) in October-December 1955, hauls were made at over 150 stations between 115° W longitude and the mainland and between 30° N latitude and 7° S latitude. The fish larvae from these hauls are being sorted at present. It will be some time before the tuna material is identified and tabulated.

In the course of oceanographic expeditions and tagging cruises on commercial vessels, small juvenile tunas, which are positively phototropic, are also collected by dip net under a light at night. Considerable numbers of specimens of the two commercial tuna species, as well as closely related non-commercial species are being collected by this means. Over a period of time, this material will provide the basis for descriptions of developmental stages of these species, and also give additional information on the locations of areas of reproduction of the tunas.

Aggregation habits of tunas

Both yellowfin and skipjack tuna are caught in the same region at the same times of year. As we have shown above, the yellowfin tuna are much

nearer to the point of maximum sustainable yield than are the skipjack. It appears probable, therefore, that it may be necessary in the not distant future to recommend conservation measures which will curtail the fishing intensity on yellowfin tuna while, at the same time, permitting increased fishing effort to be applied to skipjack. One important practical question in this respect is, whether or not the two species tend to aggregate in separate schools so that it is practicable to bypass one species while capturing the other.

One means of studying this has been by the analysis of the logbook records of purse-seine vessels, in a good many of which are logged the results of each individual set of the net. On the presumption that each set is made on a single school of tuna, we may then determine what share of the schools, and of the catches resulting therefrom, are of only one species, and what share are a mixture of the two species. Analysis of such data for the years 1954 and 1955 indicates that a large share of the schools encountered were of only one species. For 1954, a total of 1010 sets producing 12,765 tons included 82.8% of sets producing one species only, and 84.4% of the catch was from such "pure" schools. In 1955, the records of 1358 sets producing 17,780 tons, indicate that 90.1% of the sets were made on pure schools, which accounted for 88.2% of the total catch.

Similar statistical analyses are not possible for clippers, because the results of fishing individual schools are seldom logged. We are, however, gathering data on the composition of individual schools encountered by clippers aboard which our scientists are conducting tagging experiments and other studies. These data are yet too few for worthwhile analysis, but appear to confirm in general the results revealed by statistical analysis of the seiner logbook data, that a high percentage of schools are of only one species, or with only a small admixture of the second species.

Other studies

In the course of the collection at sea of the foregoing types of information, information is also gathered by our scientist, as opportunity affords, on other aspects of the biology and ecology of the tunas. Among these are data on the degree to which the tunas tend to school by size, for which measurements of the lengths of samples from individual schools are taken. Stomach contents are also collected to provide information on the feeding habit of these fishes.

5. Investigation of the physical, chemical, and biological oceanography of the Eastern Pacific

Because the tunas are completely pelagic at all stages of life, and are capable of moving freely over long distances in the sea, the important frames of reference for studying their ecology are the water masses and currents of the ocean and their chemical and biological contents. The staff of the Commission has carried on studies of these matters in the past only

through the assignment of personnel to cruises of research vessels of cooperating agencies, primarily the Scripps Institution of Oceanography. With some additional funds made available during the latter part of 1955, it has been possible to employ on the staff a physical oceanographer and necessary assistants, as well as additional biologists, making it possible for us to participate to a greater extent in the analysis of data obtained on past and future cruises, and also to commence planning for certain special types of observations of particular value in measuring variations in the oceanic regime which may permit us, eventually, to understand some of the variations in the availability of tunas.

Physical and chemical data from the "Shellback" cruise in 1952, and from previous cruises in the Eastern Pacific, have now been quite completely studied by Dr. W. Wooster of the Scripps Institution and Mr. T. Cromwell of our staff. They are in the process of preparing a publication which will be the existing definitive work on the descriptive oceanography of the Eastern Pacific.

Additional extensive data on physical, chemical and biological oceanography of this region were collected between September and December 1955 by the "Eastropic" Expedition. This involved the coordinated operation of five vessels: *Spencer F. Baird* and *Horizon* of the Scripps Institution, *Hugh M. Smith* of the Hawaii Laboratory of the U. S. Fish and Wildlife Service, *B. A. P. Bondy* of the hydrographic office of the Peruvian Navy, and the *N. B. Scofield* of the California State Fisheries Laboratory. Tuna Commission personnel constituted part of the scientific group on the *Baird*, and our staff members are undertaking analysis of much of the data obtained by the two Scripps vessels. Each agency designed its vessel program for its own particular interests, but it is expected that, when all data are analyzed and reported, they can be considered as a whole, resulting in better understanding of this oceanic region than could be obtained from entirely independent operations.

The work of the *Baird* and *Horizon* had two general objectives. One was to complement and extend the hydrographic and biological survey of the "Shellback" Expedition, and the other was to study special features revealed by earlier expeditions. For the first purpose there were occupied 189 stations at which measurements were made of temperature, salinity, inorganic phosphate and dissolved oxygen from the surface to approximately 1000 meters. These stations, the locations of which are shown in Figure 8, include: (a) A survey of the Panama bight, east of the "Shellback" observations, (b) Two simultaneous parallel sections, 300 miles apart, across the equatorial system, (c) Repetition of one of the long "Shellback" sections, (d) A section roughly parallel to the Central American and Mexican coasts along, approximately, the 1000 fathom depth contour. It is believed that when these data are completely processed and interpreted, we will have an adequate understanding of the general circulation of the region. It is, therefore, believed that, in the future, exploratory survey

work will be less profitable than intensive studies of special areas and phenomena within the region.

In order to further our knowledge of the distribution of biological properties which are of importance to the ecology of the tunas, observations of several kinds were made during "Eastropic." At nearly all stations on both ships measurements were made of the standing crop of zooplankton by oblique hauls from 300 meters to the surface. Measurements were made daily on the *Baird* of the standing crop of phytoplankton in the surface waters, by measurements of chlorophyll. Observations were made, in different places, of the rate of basic production by the determination of uptake of radioactive carbon by phytoplankton. These observations confirm and extend the results of the "Shellback" observations that certain areas are characterized by large populations of organisms, due to the nature

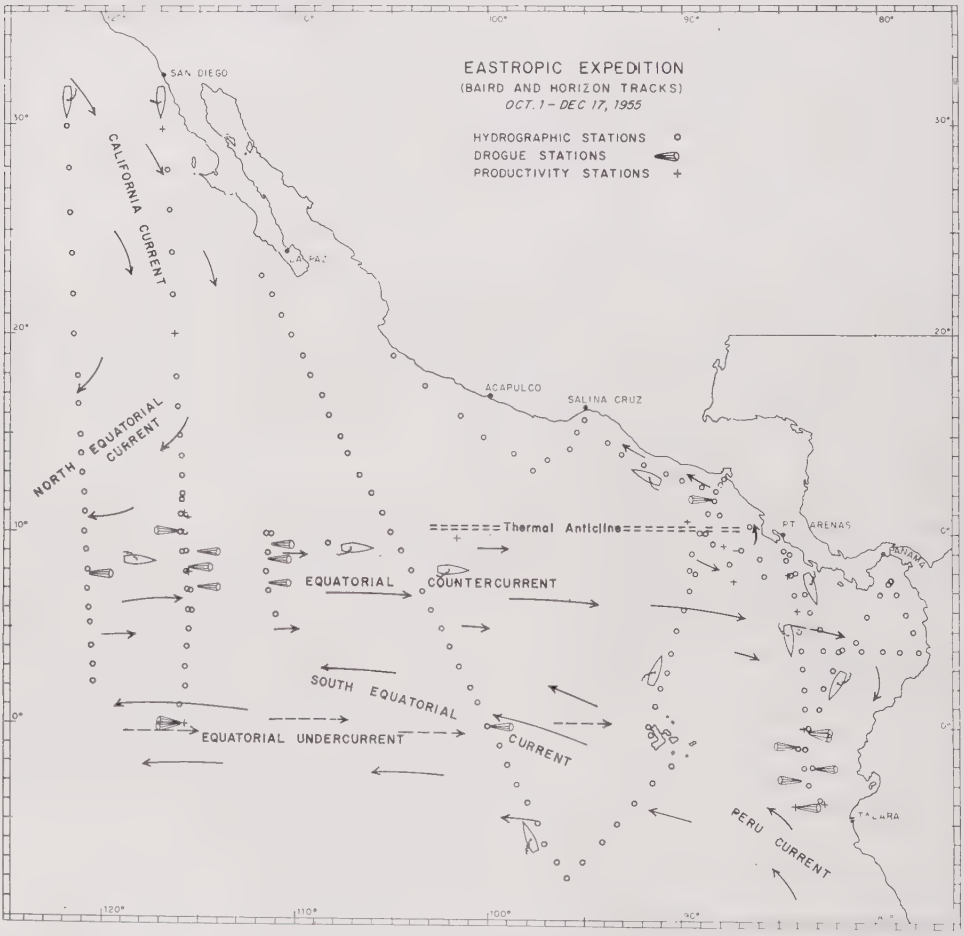

FIGURE 8. Station positions of the vessels *Horizon* and *Baird* on the Eastropic Expedition.

of the oceanic circulation, and that these regions correspond in general with the regions from which the largest harvests of tunas are taken.

In order to learn more about the physical and biological processes in particular areas, detailed studies were made of the Equatorial Counter Current, the thermal anticline off Central America, the Equatorial circulation including the Undercurrent, and the north edge of the Peru Current.

Twenty-eight ship days were spent in the Equatorial Counter Current to study the current structure with depth by direct measurements, and to study variability of surface currents.

Off the coast of Central America and extending along the northern boundary of the Counter Current is a large area characterized by a strong, very shallow thermocline (a "thermal anticline"). In this region there is a high concentration of plant nutrients below the thermocline, but this extends well up into the zone where there is adequate light for photosynthesis. Chlorophyll determinations and measurements of radiocarbon uptake *in situ* in this area demonstrated large standing crops of phytoplankton and high rates of basic productivity below the thermocline as well as above. This oceanographic feature, by which nutrients are brought to the photosynthetic zone not by upwelling, but by the distribution of mass, is apparently what supports the large population of tunas encountered by the fishery in this region.

A study of the currents on the equator was made both by conventional methods and by the use of parachute drogues. The strong, easterly-flowing Undercurrent was found beneath the westerly-flowing South Equatorial Current on crossings at 115° W longitude and 110° W longitude. It was not present east of Galapagos Islands at 83° W. Further studies to determine the extent and structure of the Undercurrent, and the nature and location of its eastern terminus may be important to full understanding of the tuna aggregations near the Galapagos.

Physical, chemical and biological data from this expedition are being processed by our staff in cooperation with scientists of the Scripps Institution. It is expected that more rapid progress will be made than on the "Shellback" data as a result of the increased capabilities of the Tuna Commission in providing personnel for this work.

The oceanographic investigations of the Commission have, so far, been primarily directed toward understanding the general pattern of the circulation of the Eastern Tropical Pacific, and the biological effects thereof. This is, of course, a necessary foundation for more detailed studies directed toward the temporal variations which may be responsible for temporal variations in the abundance and availability of the tuna stocks. We need now, however, in addition, to begin gathering data on a serial basis to provide means of study of temporal variations. Toward this end, we have recently commenced investigating the possibility of obtaining information

on a continuing basis by means of sea temperature recording equipment on tuna vessels, and by means of automatic instruments on fixed stations on outlying islands.

The future program of the Commission also includes investigating the relationships between meteorological phenomena and variations in the oceanic circulation. Since the circulation of the upper layers of the ocean is primarily driven by the winds, it may be possible by this means to utilize the vast quantity of meteorological data being collected routinely by many agencies to achieve some understanding of the fluctuations of the tuna fishery on the basis of such data. It must be understood that this is a completely new type of research and, as an exploration into a new field of knowledge, the procedures and methods cannot be specified in advance. It is hoped to be able to commence this line of study with the addition of a research meteorologist to the staff during the forthcoming year.

6. Investigations of the biology, ecology and life history of bait-fishes

Investigations during 1955 continued to be directed almost exclusively to the anchoveta *(Cetengraulis mysticetus)*, because it is, as noted before, the only one of the important bait species for which the fishing effort by tuna vessels can possibly be sufficiently great to constitute a conservation problem. Data on other species continue to be gathered incidentally to the studies of the anchoveta.

Important aspects of the life history of the anchoveta in each of the major baiting localities are being investigated by the study of samples collected by the tuna fleet. Detailed field studies are being conducted from our laboratories in Costa Rica and Panama on the populations of the Gulf of Nicoya and Gulf of Panama, respectively.

Studies, completed and reported previously, of meristic characters of anchovetas from each of the major baiting areas indicated that each area had a population distinct from the others, with little or no intermixing between them. These inferences from morphological evidence need to be verified by tagging experiments, but these are dependent on suitable tagging techniques, which we had hoped to develop and verify in the Gulf of Panama during 1955. Unfortunately, possibly due to the lack of bait fishing in Panama during the latter part of the year, following liberation of some 13,000 tagged fish from our research vessel there, only one recovery was made, so we are yet not certain of the efficiency of the tag and tagging method. Similarly, an experiment of holding tagged specimens in a live box to measure mortality and tag-shedding rates was interrupted by destruction of the equipment in a storm. It was determined that the initial handling and tagging mortality is high, approximately 50%, but that subsequent mortality is probably not greater in the tagged fish than in untagged controls. Shedding rate could not be determined, because of the accident referred to. These experiments will be repeated in 1956 with, it is hoped, better success.

Collections of anchovetas made by the tuna fleet, supplemented by our own extensive collections in the Gulf of Panama, provide information on the age, rate of growth, and spawning seasons. Information on spawning seasons is, however, not yet complete for some localities because samples are not available throughout the entire year, due to the fact that they are frequented by the tuna fleet during only those seasons when tuna fishing is productive in adjacent sea areas.

By following the temporal progression of modal size classes from length-frequency measurements of the samples, it has been determined that, in all areas, this species grows very rapidly, and is short lived, although longevity appears to vary somewhat in different areas. In the Gulf of Panama, the young anchovetas are hatched during the spawning season in late October to early January. In two months the young attain a standard length of 30 mm., by six months they average 115 mm., and at the end of a year they average about 130 mm., at which time they reach sexual maturity and spawn. At two years old, specimens reach an average size of about 150 mm., while at three years they average about 160 mm. Extensive samples from the Gulf of Panama indicate that less than 5% of the catch is of fish over one year old, and less than 1% of fish are over two years old. Among over 10,000 specimens examined from tuna-boat catches, only 20 were larger than 165 mm. In Figure 9 is shown the age and growth of this species in the Gulf of Panama based on tuna-boat samples from 1951-1955.

Rate of growth in other areas appears to be quite similar to that in the Gulf of Panama. In some localities, as for example Guaymas in the Gulf of California, however, the mortality rates appear to be lower than in Panama, because an appreciable share of the catch is composed of fish

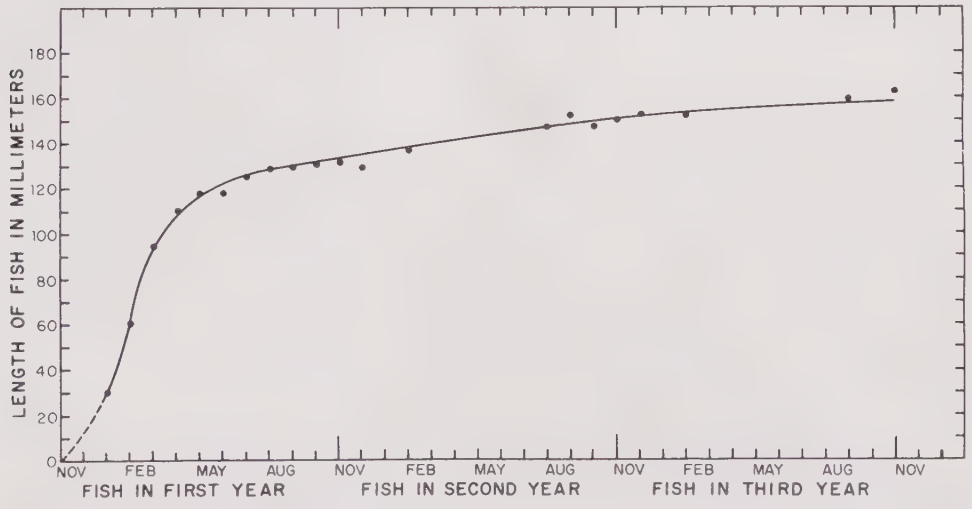

FIGURE 9. Age and growth of anchovetas in the Gulf of Panama, inferred from modes in length-frequencies.

in their second and even third year of life. The percentage of older fish in the catch will, of course, be expected to vary from year to year depending on the relative abundance of successive year classes.

Spawning seasons are determined by examination of gonads. In the Gulf of Panama, during most of the year, the gonads are in a resting stage and are, therefore, so small as to be all but invisible to the naked eye. In August development can be detected, and by the latter part of October the ovaries of the females reach their maximum size. Fully developed ovaries are prevalent through November, and by the middle of December spawned out individuals are found. The spawning season is, essentially, over by the end of December, although a few ripe specimens are found into January. It appears that the larger (and older) fish mature sexually earlier in the season than smaller individuals.

Other major baiting areas are not as well represented by samples through the entire year as is Panama, but sufficient samples are now available to determine approximately the spawning seasons in most of them. In the Gulf of Fonseca, there is a progressive sexual development of the population from May to late August or early September, at which time spawning begins. It continues, apparently, through March, although in some years it may terminate earlier. At Guaymas, spawning apparently begins in July and continues at least through September. The population at Ahome Point appears to spawn at the same time as the one at Guaymas. While we do not have collections from Almejas Bay for the summer months, the tuna boat collections for other months indicate that spawning occurs in the summer, since young fish (50-90 mm.) appear mostly in the fall and early winter.

Late in 1955, we were able to assign a staff scientist full time to the complex problem of identifying the eggs and larvae of the anchoveta, and distinguishing them from those of the numerous other anchovy and herring-like species which occur in common with the anchoveta. This problem requires to be solved in order that we may determine the geographical and temporal distribution of the adults during spawning, and of the young during their early stages, from the occurrence of eggs and larvae in plankton tows. Its solution is also a prerequisite to examination of the plankton samples for eggs and larvae of the anchoveta which were collected from the Gulf of Nicoya after the transplantation experiment in October 1953.

Series of developmental stages of the anchoveta and related species are being built up in order to recognize the identifying characters of each. We are working backwards from juveniles of 25 to 35 mm., which are fairly easily identified, and are hoping to work forward from the egg, in an effort to complete the identification of the stages between. Initially, the study is concentrated on the advanced larvae, early juveniles and planktonic eggs. The material is being collected from the Gulf of Panama.

Attempts to artificially fertilize eggs of the anchovetas and raise the hatched larvae to perhaps 5 mm. failed this year, but will be attempted again in 1956. Successful artificial fertilization would be most valuable in the identification of the fertilized egg and early larval stages.

Investigations in the Gulf of Panama

Field work began in the Gulf of Panama in November 1954, so that 1955 was the first full year devoted to investigations at the Panama Laboratory. Purposes of the studies at this laboratory are: (1) Elucidation of the life history and ecology of the population of anchovetas in the Gulf of Panama as a basis for investigating the effects of fishing and natural factors on the resources, and, (2) Investigation of the effects of seasonal upwelling in the Gulf of Panama on the basic biological productivity, and correlation of this with the variations in the anchoveta population.

Collections of anchovetas were made throughout the year to supplement the material collected by tuna boats for the study of age, growth and spawning. During the spawning season net tows were made with plankton and larval nets at frequent intervals in many parts of the Gulf, in order to obtain eggs and larvae of the anchoveta and of other species of anchovies, for studies of early life history, and to provide material for eventual determination of the geographical and temporal distribution of the adults during spawning and the young during early stages of life. A standard half-meter plankton net of 40 xxx silk grit gauge with a 56 xxx bag is used to collect eggs and half-meter net made of nylon with 1-mm. apertures is employed to catch larvae from approximately 10 to 20 mm. A cast net is used to capture fish of 30 mm. or larger. So far, we have had no success catching anchovetas between 20 and 30 mm. The few specimens obtained in this range have been taken from stomachs of mackerel.

Eggs and larvae of the tropical anchovies develop rapidly. Usually, the eggs hatch in 24 hours. To obtain samples of the various stages during the intial period of development, stations were occupied every two hours during twenty-four hour periods, to make net tows for eggs and larvae. These stations were run several times during the spawning season. The material has not yet been identified.

The marking of anchovetas by tagging occupied the staff at Panama during the spring months. Unfortunately, as noted before, results of these tagging experiments were inconclusive and require to be repeated.

The large population of anchovetas, the extensive shrimp resources, and other plentiful marine resources of the Gulf of Panama, are believed to be the result of unusually high productivity of the area, due to intense upwelling which occurs between November and April.

During this season, the increased frequency and force of the winds from the north drive the surface water offshore, and it is replaced by

colder, more saline water upwelling from deeper layers offshore. The deep water brought to the surface is rich in nutrient salts, particularly phosphates, which fertilize the euphotic zone. This supports abundant growth of phytoplankton, the microscopic plants on which the organisms higher in the food chain depend.

In order to study in some detail the upwelling phenomena and the biological effects thereof, we are taking, twice each month, a series of physical, chemical and biological observations at a station situated 10 miles southwest of Taboga Island. Temperature of the water from the surface to the bottom is measured, and water samples are taken at several depths for determination of salinity, oxygen, phosphate, and particulate iron. Standing crops of phytoplankton and zooplankton are measured by means of quantitative net hauls. Rate of phytoplankton production is determined by measuring the uptake of carbon, using radioactive carbon as a tracer. Data of these sorts taken over a few years are expected to lead to an understanding of effects of variations in upwelling on the basic biology of the Gulf, to be correlated with variations in the anchovetas, on the one hand, and, on the other, with measurements of meteorological and hydrographic phenomena made by the Panama Canal Company at Balboa. The Canal Company has a fifty year record of sea temperature, sea level, and various meteorological observations which, with an understanding of their relationships to upwelling phenomena in the Gulf, provide a rather unique series of data for possible use in understanding the fluctuations in the anchovetas and other fishery resources in the Gulf of Panama.

Figure 10 illustrates some of the physical features related to the upwelling. The chart covers the period from December 1954 through December 1955. The upwelling process, which is produced by the northerly winds, was already started at the beginning of this period, reached its greatest intensity about mid-March and terminated in late April or early May. In the bottom panel of this Figure is shown the mean daily velocity of winds at Balboa from the northern and southern sectors. It may be seen that, during the period referred to, the winds are almost steadily from the north. The stress of these winds on the sea surface results in the surface water being transported offshore. This water, which is warm and of low salinity, is replaced by deeper water from offshore which has a low temperature and high salinity. In the top two panels are shown the changes in vertical distribution of temperature and salinity at the station southwest of Taboga Island, based on the two-weekly hydrographic observations, which clearly illustrate this. In the third panel from the top is shown a similar chart for changes in vertical distribution of oxygen content. The very low oxygen content of water below about 20 meters, associated with the low temperature and high salinity, during the period of intense upwelling, is additional evidence that this is deep water from offshore. Also shown in this chart are the daily mean temperature of the sea at three feet below the surface at Balboa, from the thermograph of the Panama

Canal Company, and the daily mean sea temperature for a similar depth at Taboga Island from a thermograph maintained during part of the year by our laboratory. The effect of upwelling on the sea temperature is clearly evident. An additional phenomenon associated with this process is the depression of the sea level inshore, as shown by the mean monthly sea level from the tide gauge at Balboa. It may be seen that during the month

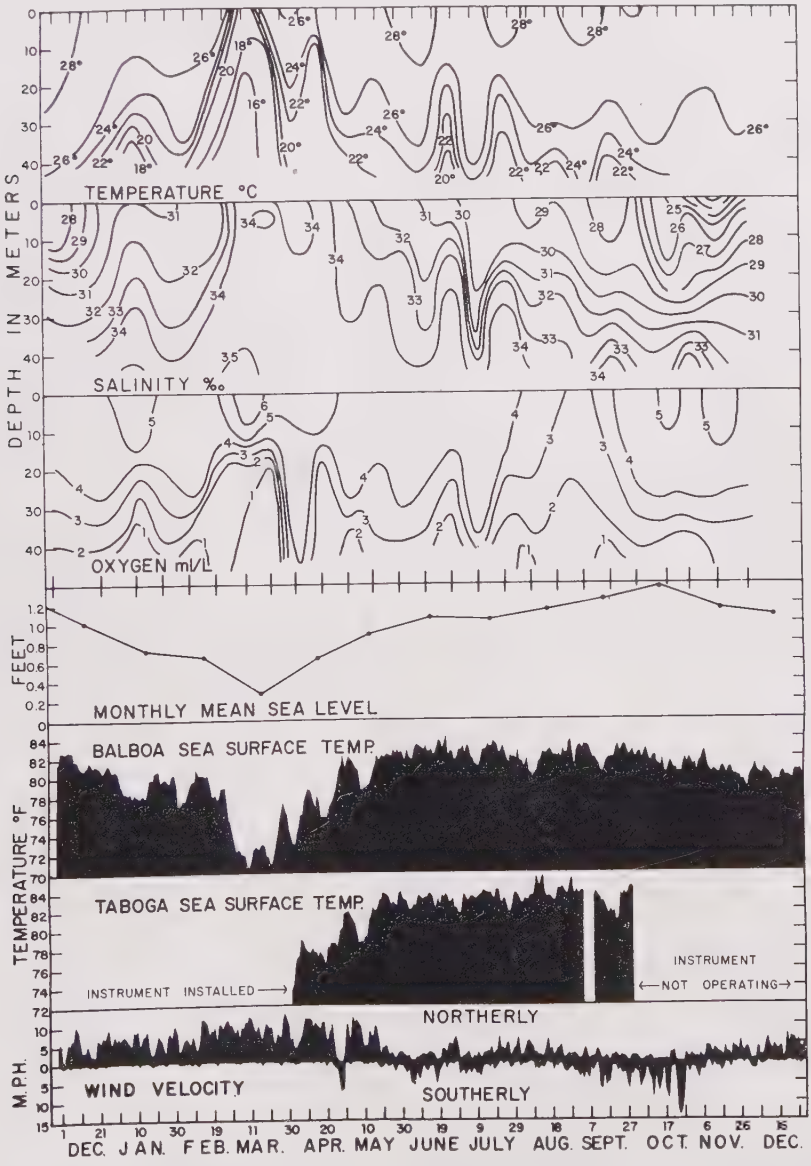

FIGURE 10. Meteorological and oceanographic data from the Gulf of Panama, December 1954-December 1955, illustrating some of the effects of upwelling during the season of northerly winds.

of most intense upwelling, the sea level at Balboa is about 0.8 foot lower than normal. (Wind data and sea level and sea temperature at Balboa were furnished to us by the Panama Canal Company.)

Investigations in the Gulf of Nicoya

Investigations in the Gulf of Nicoya were continued in 1955 along the lines followed in 1954. Further observations were made concerning the various anchovies and herrings inhabiting the Gulf, detailed observations and collections were made to follow the effects of the transplantation experiment of 1953 in re-establishing the population of anchovetas, and measurements of certain hydrographic data were continued.

In the course of the extensive observations and collections which demonstrated that the original population of anchovetas had disappeared from the Gulf of Nicoya, much material was obtained pertaining to other species of anchovies and herrings which inhabit the Gulf and are commonly found in other littoral areas of the tropical Eastern Pacific. This material has been examined in detail and, on the basis thereof, a Bulletin prepared on the taxonomy and biology of these species in the Gulf of Nicoya. Such information is of value not only because some of the species are sometimes used for tuna bait, but also as an aid to our staff and other scientists encountering these same species in other areas.

In early October 1953, about half a million adult, ripening anchovetas were transported from the Gulf of Panama and released in the Gulf of Nicoya to determine whether a population of this important tuna-bait species could be re-established in this region. Evaluation of this experiment continues to be the most important task of the Puntarenas Laboratory. Collections and observations were made on a regular basis in all parts of the Gulf of Nicoya throughout 1954 and 1955 and will continue for some time in the future.

Only two specimens of the transplanted fish were recaptured, three and four weeks after release. Both were in good condition and in an advanced stage of sexual maturity. In May 1954, specimens ranging from 95 to 121 mm. in length began showing up in the trawl net collections. Their size indicated that they were about four to six months old, and were, presumably, the progeny of the transplanted fish. Additional specimens of this age group were taken each month through November. In December 1954, a few small specimens from the 1954 spawning were taken in the beach seine. During 1955, our staff caught more anchovetas than in 1954. The significant features of these catches were: (1) anchovetas were taken in the inner Gulf, north of Puntarenas, for the first time, indicating a wider distribution than in 1954; (2) they were taken in all months of the year, whereas in 1954 they were only caught between May and December; (3) fish of more than one year of age were taken from May to December, indicating some of the progeny of the original transplant were still surviving.

It appears from a gross examination of the gonads of the adult anchovetas, caught during 1955, that the population now in the Gulf of Nicoya is probably spawning to some extent throughout the year. The fact that juveniles have been caught in both summer and winter seems to substantiate this conclusion.

While we cannot yet state that the transplanting experiment is a success, because the population of anchovetas has not yet reached a size to warrant commercial exploitation, we note with some optimism that the population appears to be more abundant than last year. It is also more widely distributed in the Gulf.

Plankton collections have been made on a routine basis for eggs and larvae of the anchoveta and other clupeoid fishes, as in 1953 and 1954. The eggs and larvae have been separated from these collections but identification of the material depends on our building identified series of developmental stages of the anchoveta and the numerous related species, as noted above.

In order to provide a basis of understanding the hydrography of the Gulf of Nicoya, observations of temperature and salinity have been taken at regular intervals at several depths at stations from the head to the mouth of the Gulf. During 1955, such observations were made six times during the year at five stations. A continuous recording thermometer at the Puntarenas pier is also used to record daily sea water temperatures. Meteorological observations, historical and current, are obtained from several stations in Costa Rica through the courtesy of the Government and other agencies. These data, together with our hydrographic observations, will be useful in attempting to elucidate annual and seasonal variations in the regime of the Gulf of Nicoya.

Publication of research results

During the initial years, the efforts of the staff were directed almost exclusively to the collection and study of data. As the quantity of data on the several lines of investigation accumulates, it is necessary to spend an increasing share of the time on the equally important activity of summarizing the results for publication, in order that they may be useful to the member governments, the scientific world, the fishing industry, and the general public.

The Commission publishes scientific reports by its staff members and by scientists of other agencies in its "Bulletin." There were completed during 1955 two publications for this series, the titles of which have been given in the Commissioners' report (p. 11).

The staff of the Commission also publishes in other journals. Three such contributions were published during the year:

8. Schaefer, M. B.
   1955 Aspects of 1955 Inter-American Tuna researches.
   Pacific Fisherman Yearbook, Jan. 1955, pp. 133-137.

9. Schaefer, M. B.
   1956 The scientific basis for a conservation program.
   Papers of the International Technical Conference on the Conservation of the Living Resources of the Sea, United Nations, N. Y., Jan. 1956, pp. 14-55.

10. Schaefer, M. B.
    1956 Scientific investigation of the tropical tuna resources of the Eastern Pacific.
    Papers of the International Technical Conference on the Conservation of the Living Resources of the Sea, United Nations, N. Y., Jan. 1956, pp. 194-221.

APENDICE A

INFORME SOBRE LAS INVESTIGACIONES DE LA COMISION INTERAMERICANA DEL ATUN TROPICAL CORRESPONDIENTE AL AÑO 1955

por

Milner B. Schaefer, Director de Investigaciones

El personal de investigación de la Comisión Interamericana del Atún Tropical se encuentra dedicado, de conformidad con las cláusulas de la Convención de 1949, a recoger e interpretar la información requerida para mantener las poblaciones de atún y de los peces-carnada empleados para la pesca de éste, a niveles que hagan posible sostener un máximum de producción en la pesca año tras año. Esto requiere investigaciones en varias diferentes líneas o materias que forman parte de un amplio programa de estudio de la biología, ecología y dinámica de las poblaciones de las especies que conciernen a la Comisión, a fin de determinar los efectos de la pesca y de los factores naturales del medio ambiente en dichas poblaciones.

La Comisión ha elaborado y recomendado repetidamente a los Gobiernos Miembros un programa de investigación de una amplitud que corresponde a las exigencias de la Convención, pero debido a limitaciones presupuestarias, no ha sido posible desarrollar este programa en forma completamente adecuada. Sin embargo, gracias a un aumento en los fondos a mediados del año 1955, hemos logrado comenzar algunos estudios que anteriormente no se habían tocado siquiera, y avanzar en otros ya comenzados hasta niveles más satisfactorios, a pesar de que la financiación no es todavía suficiente para el completo mantenimiento de un trabajo intenso en el mar, que será requerido para la resolución de algunos de los importantes problemas que presenta la ecología del atún.

Durante 1955 se ha continuado en forma adecuada la recolección y análisis de las estadísticas de pesca y de los informes que tienen relación con éstas sobre las operaciones y resultados de las flotas pesqueras, lo que proporciona la base necesaria para determinar los efectos de la pesca en los recursos de atún y de peces-cebo, y también permite conocer la distribución geográfica y las variaciones en la abundancia de dichos recursos. Nuestros esfuerzos de investigación se han aumentado en cuanto a los estudios sobre la estructura de la población de las especies de atún, su historia natural y sus hábitos, y particularmente sobre los aspectos que parecen estar más relacionados con la dinámica de las poblaciones. Se ha avanzado en las investigaciones sobre la oceanografía física, química y biológica del Pacífico Oriental, especialmente en lo que se refiere a los fenómenos que tienen importancia en la comprensión de las variaciones

temporales y geográficas de los stocks de atún. Estos estudios se han hecho en gran parte con la cooperación de científicos de la Institución Scripps de Oceanografía, la que también ha proporcionado las mayores facilidades para un extenso trabajo en el mar durante el otoño de 1955. Con este trabajo cooperativo se ha alcanzado un progreso mucho mayor en el conocimiento de la ecología del atún tropical, de lo que podría haber logrado la Comisión por sí sola, con sus propios recursos.

El mayor énfasis en la investigación sobre los peces de carnada se continúa dando a la anchoveta, *Cetengraulis mysticetus*, que es la especie más importante para la pesquería y parece ser mucho más usada que cualquiera de las otras. Tanto en el laboratorio principal como en los laboratorios regionales instalados en Costa Rica y Panamá, se están efectuando estudios sobre la biología, historia natural, ecología y dinámica de las poblaciones de la anchoveta, e investigaciones más limitadas sobre otras especies de carnada.

Deseamos consignar una vez más nuestra gratitud a la Institución Scripps de Oceanografía, que nos ha proporcionado locales para oficinas y laboratorio, nos permite el uso de su biblioteca y demás pertenencias y nos brinda el consejo y la cooperación de su Director y Facultad, todo lo cual constituye una muy grande ayuda para el personal de nuestra Comisión en todos los aspectos de sus investigaciones.

El trabajo durante 1955 ha comprendido las siguientes actividades:

1. Compilación de las estadísticas corrientes de la pesca total, del volumen y resultados de las actividades pesqueras y de la abundancia de las poblaciones de peces

En forma continua se obtienen medidas de la abundancia aparente de los stocks de peces que mantienen la pesquería, de la magnitud de la producción lograda y de la intensidad del esfuerzo de pesca requerido para alcanzar esa producción, de conformidad con los detallados registros existentes. Estos datos constituyen la información básica para el estudio de la dinámica de los recursos de atún y carnada, y para mantener a la Comisión y a los Gobiernos Miembros informados sobre el estado actual de dichos recursos en relación con las condiciones que corresponden a una producción máxima sostenible. El personal de la Comisión mantiene un sistema de recolección, tabulación y análisis de los registros de la pesca total de cada especie del Pacífico Oriental, y consigue información de un buen número de unidades representativas de la flota pesquera, en cuanto al esfuerzo de pesca y a la producción resultante de atún y peces-carnada, por especies, áreas geográficas y estaciones de cada año. Este sistema de recolección e interpretación de las estadísticas de pesca es tal vez la fase más importante de nuestro trabajo.

Estadísticas de la pesca total de atún

La compilación de datos de diversas fuentes, como se ha dicho

TABLA I. PESCA DE ATUN ALETA AMARILLA Y BARRILETE EN EL OCEANO PACIFICO ORIENTAL

1940-1955, *en millones de libras.*

	Descargadas en, o trasbordadas congeladas a los Estados Unidos				Pesca total, Pacífico Oriental				
Año	Aleta amarilla	Barrilete	No identificada por especies	Total	Aleta amarilla	Barrilete	No identificada por especies	Total	% Aleta amarilla
1940	113.9	56.6	....	170.5	114.6	57.6	....	172.2	67
1941	76.7	25.6	....	102.3	76.8	25.8	....	102.6	75
1942	41.5	38.7	....	80.2	42.0	39.0	....	81.0	52
1943	49.3	28.9	....	78.2	50.1	29.4	....	79.5	63
1944	63.1	30.0	1.1	94.3	64.1	31.2	1.1	96.4	66
1945	87.3	33.3	....	120.6	89.2	34.0	....	123.2	72
1946	128.4	41.5	....	169.9	129.7	42.5	....	172.2	75
1947	154.8	52.9	....	207.8	160.1	53.5	....	213.6	75
1948	199.8	60.9	0.2	260.9	200.3	61.5	7.3	269.1	76
1949	191.7	80.6	1.2	273.5	192.5	81.0	9.2	282.7	70
1950	204.7	126.8	....	331.5	224.8	129.3	....	354.1	63
1951	181.8	118.3	3.7	303.9	183.7	121.1	3.7	308.5	60
1952	191.3	89.2	2.8	283.3	192.2	90.8	4.5	287.5	68
1953	138.3	133.6	....	271.9	138.9	133.7	1.6	274.2	51
1954	135.0	172.2	0.1	307.3	138.6	173.7	1.5	313.8	44
1955	135.4	127.1	....	262.5	140.9	128.0	....	268.9	52

en informes anteriores, nos permite estimar la pesca total de cada especie de atún en todo el Pacífico Este. Las cifras de la producción total se consideran esencialmente completas, con la excepción de cantidades menores que se consumen fuera de los Estados Unidos, en otros países, y de las cuales no siempre se consiguen datos seguros y exactos, pero que resultan insignificantes. En la Tabla 1 aparecen los desembarques totales de cada especie en el Pacífico Oriental, por años, desde 1940, y la cantidad de atún descargado en los Estados Unidos y trasbordado congelado de otros países para ser enlatado en territorio de la Unión.

Como más del 95% de la pesca total, en años recientes, se enlata en los Estados Unidos, las cifras consignadas en dicha tabla pueden considerarse como un buen índice de la producción total.

La pesca de aleta amarilla en 1954 fué casi tan grande como en el año precedente, a pesar de una merma considerable en la intensidad de las respectivas actividades. Estas declinaron todavía más en 1955, pero la producción de aleta amarilla fué tan alta como la del año anterior. Esto tiene relación con un notable aumento en los stocks acumulados de esta especie, como se verá más adelante.

Los desembarques de barrilete mermaron en 1955, debido tanto a la disminución en el volumen de la pesca, como a una ligera declinación en la abundancia aparente. Esto último no es de extrañar, ya que esta especie ha presentado grandes fluctuaciones en su abundancia que no tienen nada que ver con los cambios en el esfuerzo de pesca, y la abundancia aparente en 1954 fué la más alta registrada.

Como consecuencia de estos cambios en el rendimiento de las dos especies de atún, el porcentaje de aleta amarilla en los desembarques aumentó hasta un 52 por ciento, que es todavía uno de los más bajos niveles registrados en la pesquería moderna.

TABLA 2. PORCENTAJE, POR ESPECIES, DE LOS DESEMBARQUES HECHOS POR CLIPPERS CON BASE EN CALIFORNIA

Año	Aleta amarilla	Barrilete
1948	81.9	92.3
1949	86.6	94.1
1950	80.6	89.6
1951	90.8	88.7
1952	82.8	87.2
1953	73.1	90.8
1954	85.9	87.8
1955	77.8	88.8

La mayor parte de la pesca de ambas especies se realiza por clippers que emplean carnada viva para atraer el atún y caña y anzuelo para capturarlo. El resto de la pesca se hace con barcos rederos. Durante 1955 (como

se indica en la Tabla 2) los desembarques de la flota redera de California rebasaron el nivel normal registrado en años recientes. Esto se atribuye principalmente a una huelga de trabajadores en las plantas enlatadoras del Sur de California durante la última parte de ese año, la que afectó seriamente las operaciones de los clippers pero no tanto la de los barcos rederos, porque ocurrió en una época del año en que muchos de éstos suelen dedicarse a otras pesquerías.

Los datos de la pesca total y de la "pesca por unidad de esfuerzo" de cada una de las especies de atún, por barcos que hacen anotaciones para la Comisión en sus bitácoras, han sido tabulados y graficados en mapas por subdivisiones geográficas de acuerdo con nuestro sistema de estadística que ha sido explicado en anteriores informes. Estos mapas se preparan cada tres meses y anualmente, lo que facilita la forma de determinar las regiones de mayor abundancia de atún y los cambios en la pesquería dentro de cada año y entre un año y otro.

Medida de los cambios en la abundancia del atún

La "pesca por cada día de actividad", computada a través de los registros de las bitácoras de los clippers atuneros, sirve para medir los cambios en la abundancia aparente del atún; ésta puede no ser siempre proporcional a la verdadera abundancia de los peces en el mar, por las variaciones en su disponibilidad para la captura. Sin embargo, en una serie de años, las variaciones en la disponibilidad de los peces para la pesca arrojan un promedio cuyas tendencias tienen que ser significativas en términos de la verdadera abundancia relativa. Más aún, algunas veces podemos tomar en cuenta informaciones auxiliares sobre los cambios en el medio ambiente y en los hábitos de las poblaciones de atún, para evitar que se confundan los cambios en la disponibilidad de los peces para la captura con los que se efectúan en la abundancia real de los stocks.

El promedio de "pesca por cada día de actividad" se calcula, para cada especie de atún, tomando en cuenta seis diferentes clases (de acuerdo con los tamaños) de clippers atuneros. Mediante la aplicación de factores de corrección en cuanto a la relativa eficiencia de las diferentes clases de tamaños, también combinamos los datos que proporcionan esas clases, para obtener una sola estimación de la abundancia aparente de cada especie, en términos de la "pesca por cada día de actividad" realizada por una clase-tamaño que se toma como standard.

En la Figura 1 se grafican esas estimaciones de la abundancia aparente, computada gracias a los datos que registran las bitácoras, tanto del aleta amarilla como del barrilete durante los años 1951 a 1955. Con respecto al aleta amarilla, puede notarse como la abundancia aparente aumentó en forma marcada en 1955, en relación con todas las clases-tamaños. Este aumento fué especialmente grande en los dos tamaños más pequeños de barcos, que pescaron exclusivamente en la parte septentrional de la zona de la pesquería, al norte del Golfo de Tehuantepec.

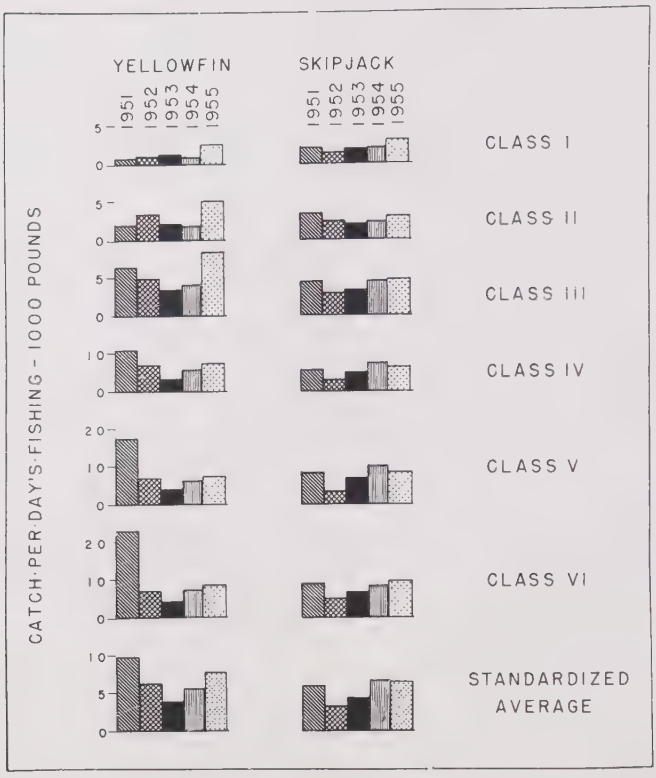

FIGURA 1. "Pesca por cada día de actividad" en la captura de atún, por especies y clases de barcos clippers (por tamaños), 1951-1955.

El crecimiento general en la aparente abundancia de esta especie durante 1955 tiene relación con una mayor declinación del esfuerzo de pesca desde 1954. El aumento en la abundancia aparente en 1954 y en 1955 se considera que corresponde a un crecimiento real de las poblaciones de esta especie en el Pacífico Oriental, como reacción a la merma que experimentaron las actividades pesqueras. Por supuesto, la relación cuantitativa entre el esfuerzo de pesca y la abundancia en esos dos años, está de acuerdo con las expectaciones de los modelos teóricos de la dinámica de la pesquería de aleta amarilla, ajustada a los datos que arrojan los años anteriores.

Sin embargo, el notable aumento de la "pesca por unidad de esfuerzo" registrado en las clases de los tamaños más pequeños, representa probablemente, en parte, mayor disponibilidad para la pesca en las áreas "locales" frente a Baja California, debido a la presencia de peces en estas aguas un poco más al final del otoño que normalmente. Los informes oceanográficos que podrían explicar esta variación no han sido todavía analizados.

Este mismo fenómeno de mayor disponibilidad que presentan las áreas "locales", es también probablemente el causante del ligero aumento en la

abundancia aparente del barrilete, registrado en las dos clases de tamaños más pequeños, en contraste con una pequeña declinación experimentada en algunas otras clases. La aparente abundancia general del barrilete durante 1955 rebasó el promedio anterior.

Estadísticas de la pesca de carnada en 1955

Los barcos que usan carnada viva son los que efectúan la mayor parte de la pesca de aleta amarilla y barrilete en el Pacífico Oriental. En 1955 la Comisión obtuvo records confiables, de las bitácoras de las embarcaciones, sobre las cantidades y clases de peces-cebo capturados por el 90 por ciento, aproximadamente, de la flota con base en California. A fin de estimar las cantidades de cada clase de carnada pescadas por barcos de los cuales no conseguimos información, se asume que la proporción de cada especie usada para capturar determinada cantidad de atún, en dichos barcos, es la misma que la que emplean aquéllos de cuyas bitácoras sí logramos datos completos. Las cantidades desconocidas de carnada pueden ser estimadas por los desembarques conocidos de atún que efectúan tales barcos. Estas estimaciones, sumadas a las cantidades de peces-cebo registradas en los diarios de pesca, dan una cifra aproximada de la pesca total de carnada de la flota entera. En la Tabla 3 aparecen los totales estimados de las diversas clases de peces-cebo empleadas en 1955, junto con datos comparativos correspondientes a años anteriores. Estas estadísticas no incluyen la carnada que capturan unos pocos barcos de California, muy pequeños, que pescan atún esporádicamente, ni tampoco la que usan embarcaciones con base en la América Latina o que trasbordan su pesca a los Estados Unidos de los puertos latinoamericanos o la entregan a Puerto Rico.

La cantidad total de carnada usada por la flota de los Estados Unidos declinó considerablemente en 1955. En 1954 se emplearon más o menos 3,900,000 "scoops" en comparación con 2,586,000 en 1955. (Un "scoop" de carnada es la cantidad que se trasporta en una pequeña red de mano en forma de caza mariposas, cantidad equivalente, en promedio, a unas ocho libras de pescado fresco). Esta fuerte merma en la pesca de carnada de 1955 se relaciona con la enorme reducción del esfuerzo de las actividades pesqueras en dicho año.

Tanto en 1955 como en años anteriores, la anchoveta fué la especie más importante: constituyó el 51 por ciento del total de la carnada que se empleó para la pesca de atún. El Golfo de Panamá proveyó la cantidad más grande de anchovetas en 1955. La larga temporada de pesca de atún frente a Baja California se reflejó en un fuerte aumento en el uso de la sardina de esa localidad: de un 5 por ciento del total de la carnada en 1954 llegó aproximadamente a constituir un 21 por ciento en 1955. Con excepción de la anchoveta y de la sardina de California, las cantidades relativas y absolutas de todas las otras especies declinaron en 1955 con respecto a los niveles registrados en el año anterior.

En informes anuales precedentes, la Comisión hizo figurar tres géneros

TABLA 3. CANTIDADES ESTIMADAS* Y PORCENTAJES DE LAS CLASES DE PECES-CARNADA PESCADAS POR CLIPPERS CON BASE EN LOS PUERTOS DE LA COSTA OCCIDENTAL DE LOS ESTADOS UNIDOS, 1946-1955

	1946		1947		1948		1949		1950	
	Cantidad	Porcentaje	Cantidad	Porcentaje	Cantidad	Porcentaje	Cantidad	Porcentaje	Cantidad	Porcentaje
Anchoveta *(Cetengraulis mysticetus)*	398	29.6	836	39.5	964	32.3	1,079	39.3	1,700	47.6
Sardina de California *(Sardinops caerulea)*	389	28.9	405	19.1	416	13.9	514	18.7	318	8.9
Sardina de las Galápagos *(Sardinops sagax)*	28	2.1	97	4.6	753	25.2	570	20.7	959	26.9
Anchoa nórdica *(Engraulis mordax)*	132	9.8	141	6.7	147	4.9	138	5.0	239	6.7
Anchoa sureña *(Engraulis ringens)*	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Sardina de California y anchoa nórdica, mezcladas y no identificadas separadamente	203	15.1	250	11.8	349	11.7	217	7.9	187	5.2
Arenque *(Opisthonema, Harengula)*	23	1.7	62	2.9	42	1.4	40	1.5	45	1.3
Salima *(Xenocys jessiae)*	126	9.4	259	12.2	217	7.3	117	4.3	32	0.9
Misceláneos y no identificados	45	3.3	66	3.1	95	3.2	72	2.6	90	2.5
TOTALES	1,344		2,116		2,983		2,747		3,570	

	1951		1952		1953		1954		1955	
	Cantidad	Porcentaje	Cantidad	Porcentaje	Cantidad	Porcentaje	Cantidad	Porcentaje	Cantidad	Porcentaje
Anchoveta *(Cetengraulis mysticetus)*	1,708	63.5	2,542	59.5	1,618	37.2	1,820	46.3	1,321	51.0
Sardina de California *(Sardinops caerulea)*	366	13.6	286	6.7	413	9.5	203	5.2	541	20.9
Sardina de las Galápagos *(Sardinops sagax)*	130	4.8	596	14.0	1,145	26.3	590	15.0	247	9.6
Anchoa nórdica *(Engraulis mordax)*	143	5.3	577	13.5	814	18.7	604	15.4	159	6.2
Anchoa sureña *(Engraulis ringens)*	.....	.....	.....	.....	36	0.8	553	14.1	214	8.3
Sardina de California y anchoa nórdica, mezcladas y no identificadas separadamente	13	0.5	53	1.2	168	3.9	65	1.7	9	0.4
Arenque *(Opisthonema, Harengula)*	137	5.1	124	2.9	88	2.0	49	1.2	49	1.9
Salima *(Xenocys jessiae)*	118	4.4	51	1.2	31	0.7	23	0.6	21	0.8
Misceláneos y no identificados	76	2.8	40	0.9	36	0.8	20	0.5	25	0.9
TOTALES	2,691		4,269		4,349		3,927		2,586	

*En miles de *scoops*

dentro de la pesca de arenques ("herrings"): *Opisthonema*, *Sardinella e Illisha*. Sin embargo, el examen continuado de las muestras de carnada que nos ha proporcionado la flota dedicada a esa clase de pesca, revela que sólo dos géneros, *Opisthonema* y *Harengula*, tienen importancia como peces-cebo. El género *Illisha* parece que sólo se encuentra muy ocasionalmente entre las muestras; probablemente se trata de peces perdidos. La especie *Sardinella thrissina* puede clasificarse correctamente dentro del género *Harengula* y de aquí en adelante será considerada así en nuestros informes.

2. Compilación y análisis de los datos históricos sobre el atún

La información estadística que se está recogiendo corrientemente, sin interrupción, no puede ser interpretada con propiedad en el sentido de determinar la condición de las poblaciones de aleta amarilla y barrilete, sin tener un conocimiento suficiente de las relaciones entre el volumen de la pesca, la abundancia de las poblaciones de atún y la producción resultante de las actividades pesqueras. Para adquirir ese conocimiento es indispensable un análisis cuidadoso de los datos de una serie considerable de años, que abarquen diferentes niveles en la intensidad de la pesca. Consecuentemente, hemos dado principal atención al análisis de los records históricos cuantitativos de la pesquería, que guardan relación con este objetivo. Durante 1955 se logró la terminación de algunos de los estudios de estos datos básicos, y ahora se prepara su publicación.

Para saber lo que al presente está ocurriendo entre la intensidad de la pesca y los recursos marinos, y para predecir el futuro, hemos tenido que examinar los hechos del pasado. Se ha estudiado la relación entre la abundancia del atún (medida determinada a través de los detallados resultados de las operaciones de la flota de clippers de los Estados Unidos), la pesca total (en toda la zona Oriental del Océano Pacífico) y la calculada intensidad de la pesca.

Los cambios en la abundancia aparente del aleta amarilla y el barrilete se determinaron siguiendo dos caminos o medios cuya compatibilidad resultó comprobada posteriormente. Tomando en cuenta los informes históricos sobre las fechas de llegada y salida de los barcos pesqueros, individualmente, y las pescas resultantes de los correspondientes viajes, (informes que nos proporcionan las plantas enlatadoras, asociaciones de armadores y otras fuentes), en relación con casi toda la flota, estuvimos en capacidad de calcular el promedio de la "pesca por cada día de ausencia del puerto", por cada especie de tuna, desde el año 1934. Los datos sobre la "pesca por cada día de ausencia" registrados en cuanto a los barcos de carnada, incluyen las variaciones en la abundancia y en la disponibilidad que tanto los atunes como los peces-cebo usados para pescarlos presentan a los pescadores, así como el tiempo empleado en la búsqueda y otras actividades no relacionadas directamente con la pesca de atún, de manera que esos datos sólo pueden ser considerados como una medida del éxito o resultado general experimentado por la flota. Sin embargo, si el promedio del tiempo

empleado en las otras actividades que no son exactamente la pesca, se mantiene más o menos constante, la "pesca por cada día de ausencia" puede ser considerada como una medida de la abundancia aparente del atún.

Un mejor índice de la magnitud de la población que el de la "pesca por cada día de ausencia", es el de la "pesca por cada día de actividad en la captura de atún", ya que se eliminan las variaciones causadas por la consecución de carnada, por la navegación en busca de cardúmenes, etc. La "pesca por cada día de actividad", no obstante, sólo puede derivarse de la información que arrojan los registros de los pescadores en sus bitácoras. En consecuencia, se hizo el esfuerzo de recolectar los datos de los diarios de a bordo que aún podían conseguirse en relación con años pasados. Un buen número de bitácoras de años recientes, hasta alrededor de 1947, fué puesto a nuestra disposición, lo mismo que un número utilizable correspondiente a años anteriores, algunos de los cuales se remontan a 1930. Afortunadamente, la "pesca por cada día actividad" en la captura de aleta amarilla y barrilete, efectuada por barcos de todos los tamaños, se encontró que estaba relacionada muy de cerca con la "pesca por cada día de ausencia", en cuanto a las mismas especies, en los años en que conseguimos datos adecuados sobre una y otra. Con base en las líneas de regresión descriptivas de esas relaciones (véase el Informe Anual correspondiente a 1954) se hizo posible el cálculo de la "pesca por cada día de actividad" en los años en que no contamos con una extensa información al respecto en las bitácoras, pero en que sí encontramos datos muy completos con respecto a la "pesca por cada día de ausencia".

Tanto la "pesca por cada día de ausencia" como la "pesca por cada día de actividad", están relacionadas con el tamaño de los barcos. En consecuencia, para combinar los datos de diversas clases-tamaños dentro de unidades que puedan ser comparadas de un año a otro, fué también necesario computar los factores de eficiencia en la "pesca por cada día de actividad", a fin de llegar a una sola medida combinada que permitiera estimar la abundancia aparente de cada una de las especies de atún, la que es independiente de los tamaños de los barcos en la flota y, por consiguiente, susceptible de comparación entre años.

En la Figura 2 se indican los siguientes datos sobre el aleta amarilla en los años 1934-1954: *pesca total* de esta especie en el Pacífico Oriental por todos los sistemas de pesca; "pesca por cada día de actividad", realizada por clippers de todas las clases regulados en la clase 4, como medida de la *abundancia aparente;* y, calculada a base de estas dos series de datos, la *intensidad de la pesca* total en unidades de la pesca de un día por un barco de tamaño regulado. Este es el mismo gráfico presentado en nuestro informe del año pasado con la adición de un año más. Puede notarse como, correspondiendo al marcado decrecimiento en la intensidad de la pesca durante 1954, hubo un aumento apreciable en la abundancia de esta especie. A pesar de que aún no se han completado las estadísticas de la pesca correspondientes al año 1955, se sabe que hubo un decrecimiento todavía

mayor en la intensidad de las actividades de ese año y que a ésto ha correspondido un mayor aumento en la abundancia, como se ha podido notar en la Figura 1. La reacción de los stocks de aleta amarilla ante el cambio operado en la intensidad de la pesca durante 1954 y 1955, tiende a confirmar la conclusión a que se había llegado anteriormente con base en los datos hasta 1953, esto es, que dicha intensidad es lo suficientemente alta como para producir marcados efectos en la abundancia de las poblaciones de esta especie. Las cifras que representan el esfuerzo de pesca y la abundancia aparente en 1954, y las estimaciones preliminares de esos mismos valores en 1955, consideradas en relación con las fórmulas teóricas aplicadas a la serie de datos del período 1934-1953, indican que el nivel del esfuerzo de pesca en el año pasado fué algo más bajo que el nivel correspondiente al promedio del máximo rendimiento sostenible.

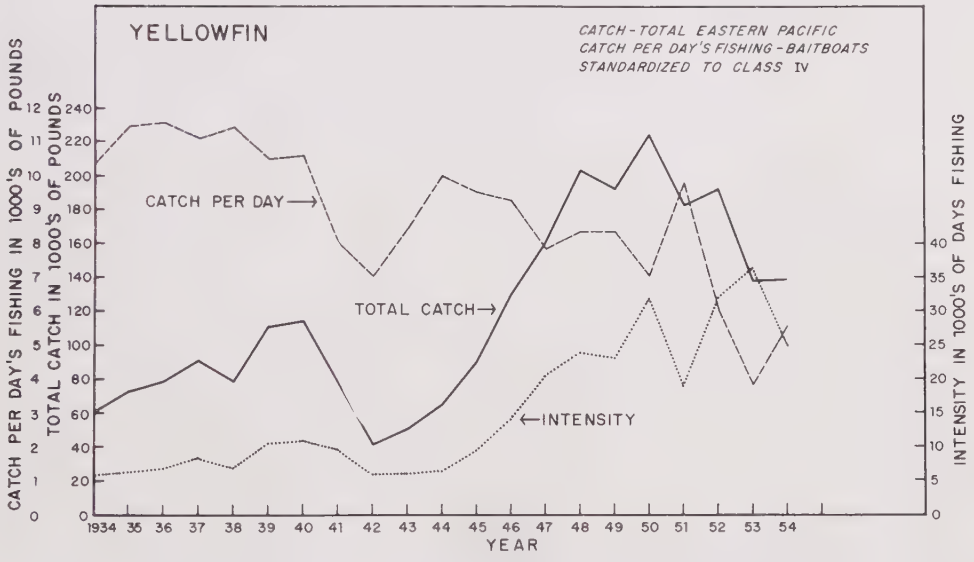
YELLOWFIN
CATCH - TOTAL EASTERN PACIFIC
CATCH PER DAY'S FISHING - BAITBOATS
STANDARDIZED TO CLASS IV
CATCH PER DAY'S FISHING IN 1000'S OF POUNDS
TOTAL CATCH IN 1000'S OF POUNDS
INTENSITY IN 1000'S OF DAYS FISHING
CATCH PER DAY→
TOTAL CATCH→
←INTENSITY
YEAR
1934 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54

FIGURA 2. Pesca total, "pesca regulada por cada día actividad", y cálculo de la relativa intensidad de la pesca de atún aleta amarilla en el Océano Pacífico Oriental.

La Figura 3 muestra la continuación, hasta 1954, de la serie de medidas del rendimiento, abundancia aparente y esfuerzo de pesca relacionados con el barrilete, que fueron publicadas hasta 1953 en el informe del año pasado. Como se ha observado anteriormente, esta especie presenta variaciones bastante grandes en su aparente abundancia, no relacionadas con los cambios en el esfuerzo de pesca, por lo que hemos llegado a la conclusión de que la intensidad en la captura de esta especie, por lo menos hasta ahora, es lo suficientemente baja para no tener efecto reconocido sobre los stocks en la presencia de otras causas de variación independientes de la pesquería. Los datos de 1954 y 1955 no dan motivo para opinar de diferente manera.

Estas conclusiones toman en cuenta los efectos de la pesca en las poblaciones de aleta amarilla y barrilete del Pacífico Oriental considerándolas en conjunto. Puede ser, en realidad, que los stocks de atún tropical estén divididos en sub-poblaciones y que la pesquería se presente dispareja entre las diversas unidades. Hasta que no estemos en condiciones de determinar si tales sub-poblaciones existen y, si es así, cuáles son los límites de esas unidades biológicas, no podemos evaluar los datos sobre pesca y abundancia en relación con cada una de ellas. Sin embargo, como estudio preliminar y exploratorio, hemos computado una estimación del promedio de la abundancia de cada una de una serie de sub-áreas arbitrariamente delimitadas, durante el período 1947-1954. Estos valores, que muestra la Figura 4, representan el promedio de la densidad de peces en cada cuadrado de cinco grados, dentro del área designada. El gráfico inferior de dicha figura indica la abundancia de peces que sería encontrada, en promedio, en un cuadrado de cinco grados, dentro de toda el área de la pesquería del Pacífico Oriental. Estas medidas *no* son pesadas por la cantidad de la pesca dentro de una zona (un cuadrado de cinco grados) como en el caso de la "pesca por cada día standard de actividad" representada en las Figuras 2 y 3. Como los pescadores tienden a concentrarse en áreas y estaciones en que los peces se congregan, esperamos que las estimaciones sobre abundancia de las Figuras 2 y 3 sean algo más altas

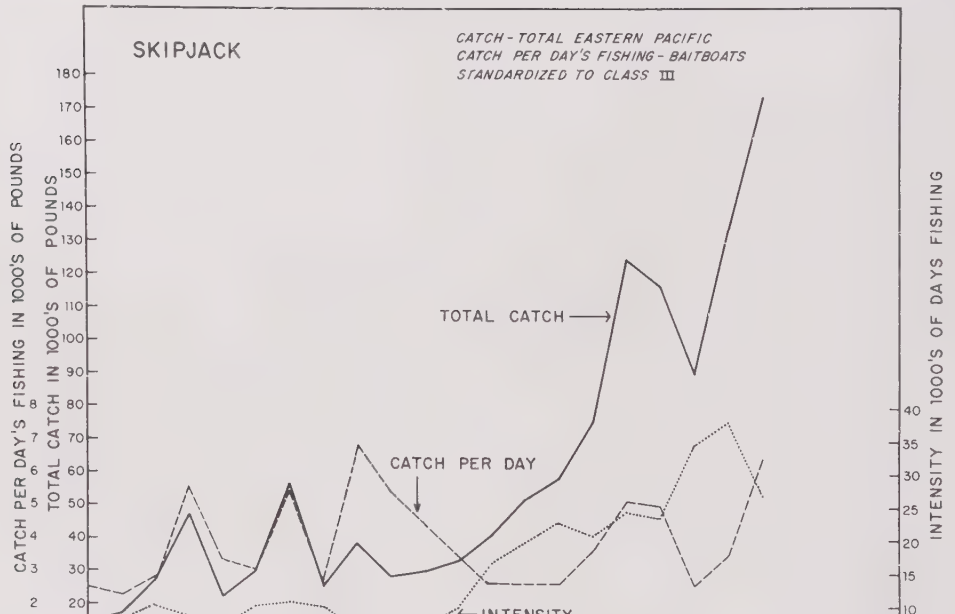
SKIPJACK
CATCH - TOTAL EASTERN PACIFIC
CATCH PER DAY'S FISHING - BAITBOATS
STANDARDIZED TO CLASS III
TOTAL CATCH
CATCH PER DAY
INTENSITY
CATCH PER DAY'S FISHING IN 1000'S OF POUNDS
TOTAL CATCH IN 1000'S OF POUNDS
INTENSITY IN 1000'S OF DAYS FISHING
YEAR
1934 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54

FIGURA 3. Pesca total, "pesca regulada por cada día de actividad", y cálculo de la relativa intensidad de la pesca de barrilete en el Océano Pacífico Oriental.

que las representadas en el gráfico inferior de la Figura 4 y, por supuesto, esto se verifica mediante la comparación de los dos juegos de datos.

Las estimaciones de la Figura 4 son preliminares y están sujetas a reajuste conforme avance nuestra investigación, pero son útiles por cuanto indican la forma en que la producción estable de aleta amarilla y barrilete

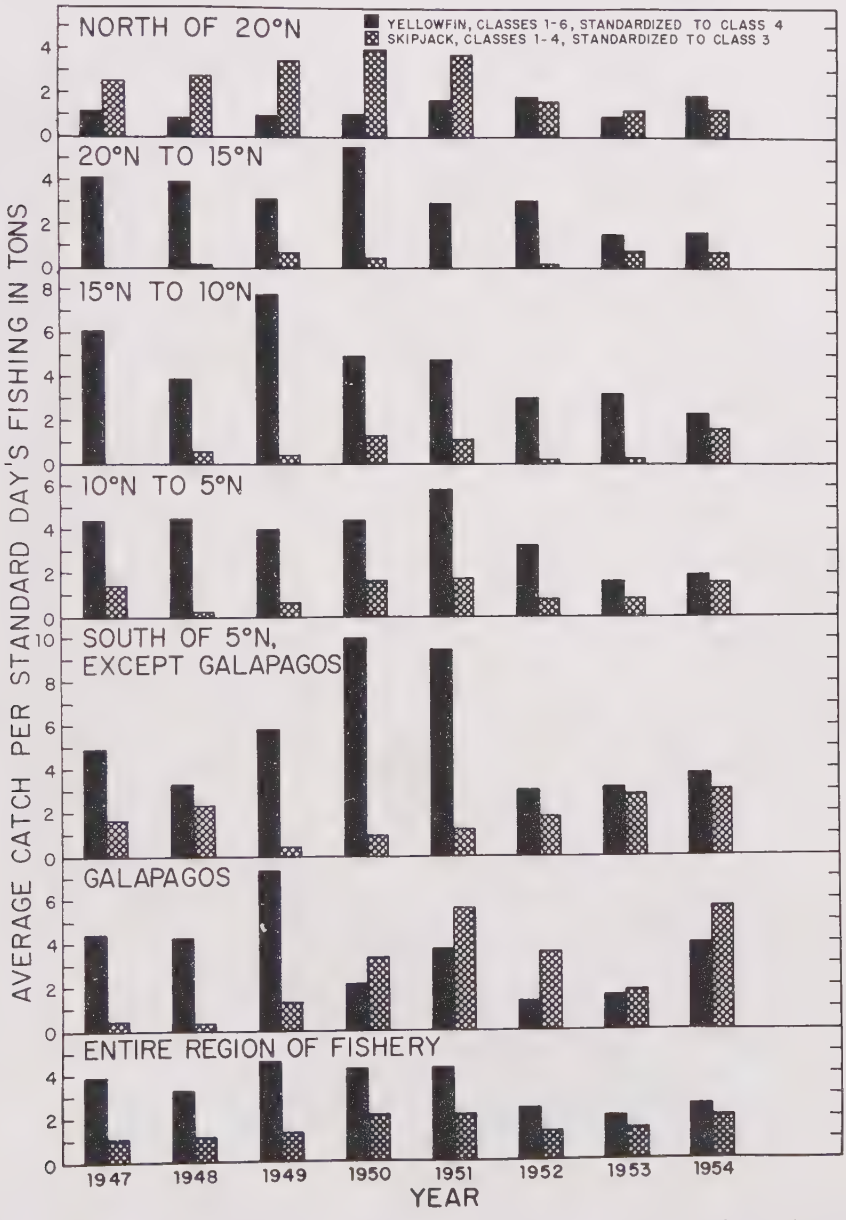

FIGURA 4. "Pesca regulada por cada día de actividad", en varias sub-regiones del Océano Pacífico Oriental, 1947-1954.

ha cambiado de un año a otro dentro de ciertas sub-regiones. Con respecto al aleta amarilla, encontramos que las variaciones en la magnitud de la población de todas las áreas, excepto las zonas de pesca más septentrionales, han seguido más o menos el mismo curso descendente en los últimos años, con una mejora parcial en 1954. La alta densidad que tan notoriamente se encontró en 1950 y 1951 en el área al sur de 5° Norte, con exclusión de las Islas Galápagos, fué debida al cambio, en esos años, que desplazó la pesquería de sus límites meridionales hacia las zonas de concentración de atún que acababan de descubrirse en aguas afuera de la parte norte de la costa sudamericana, las que produjeron aleta amarilla en su mayoría. Sin embargo, como las embarcaciones de largo radio de acción, componentes de la flota, se concentraron en esta última región, la abundancia de aleta amarilla se redujo considerablemente en 1952. Con respecto al barrilete, éste no parece ofrecer un cuadro consistente entre áreas, excepto en cuanto al hecho de que esta especie es relativamente más abundante en los dos extremos de su localización que en las zonas intermedias. Esto se relaciona probablemente con los hábitos del barrilete, especie que prefiere las aguas más temperadas y va más hacia el norte y hacia el sur que el aleta amarilla. El aumento en la densidad aparente del barrilete en las cercanías de las Islas Galápagos y en otras áreas distantes, en los últimos años, se considera un reflejo del cambio en el esfuerzo de pesca de los barcos de mayor radio de navegación, los que anteriormente dejaban de lado los cardúmenes de barrilete mientras el aleta amarilla se mostraba suficientemente abundante.

3. Compilación y análisis de los datos históricos sobre los peces-carnada

Antes de que el personal de la Comisión iniciara sus investigaciones en 1951, ninguna entidad recolectaba datos respecto de las cantidades y clases de peces-carnada empleadas por los barcos atuneros. Desde 1951, más del 80% de las embarcaciones con base en la Costa Occidental de los Estados Unidos, que producen el mayor volumen del atún capturado con caña y anzuelo en el Pacífico Este, han llevado para la Comisión registros detallados de sus actividades en la pesca de carnada, gracias a los cuales ha sido posible estimar las cantidades totales de cada clase usadas cada año por la flota entera. De los registros que habían llevado en sus bitácoras algunos barcos durante años anteriores a éste, y que los capitanes han puesto a nuestra disposición, se ha obtenido información adecuada para hacer estimaciones similares en años atrás hasta 1946. Antes de este año, los datos encontrados son tan pocos que no es posible hacer cálculos confiables con base en ellos.

En la Tabla 3 han sido tabuladas las cantidades estimadas de cada clase de peces-cebo que han empleado los clippers con base en la Costa Occidental de los Estados Unidos en los años 1946 a 1955; esas estimaciones se representan gráficamente en la Figura 5. La cantidad total se estima de conformidad con las cifras registradas en las bitácoras, en la siguiente forma: la cantidad de cada clase de carnada registrada por los barcos de

cada clase-tamaño, se multiplica por la razón del tonelaje total de atún descargado por todas las embarcaciones de aquella clase-tamaño en relación con el tonelaje desembarcado por los barcos de la clase-tamaño de los que se consiguen datos sobre las pescas de carnada. Las estimaciones resultantes en cada clase-tamaño son entonces sumadas para obtener la suma total estimada para la flota.

En la Tabla 3 puede notarse que las cifras difieren ligeramente de las publicadas en nuestros anteriores informes anuales. Esto se explica porque antes de 1954 los informes consignaron estimaciones resultantes de factores de multiplicación basados en los desembarques de la flota considerada en su totalidad, en vez de tomar en cuenta cada clase-tamaño. También ha habido un pequeño error de computación en 1954 con respecto a la anchoveta, pero ya ha sido subsanado.

Los datos de la Tabla 3 y de la Figura 5 reflejan el desarrollo de la pesquería en la post-guerra. No solamente aumentó la pesca total de carnada de conformidad con el aumento de los desembarques de atún, sino que también, con la reconstitución de la flota en sus elementos de navegación de largo alcance, gracias al regreso de algunos barcos que estaban

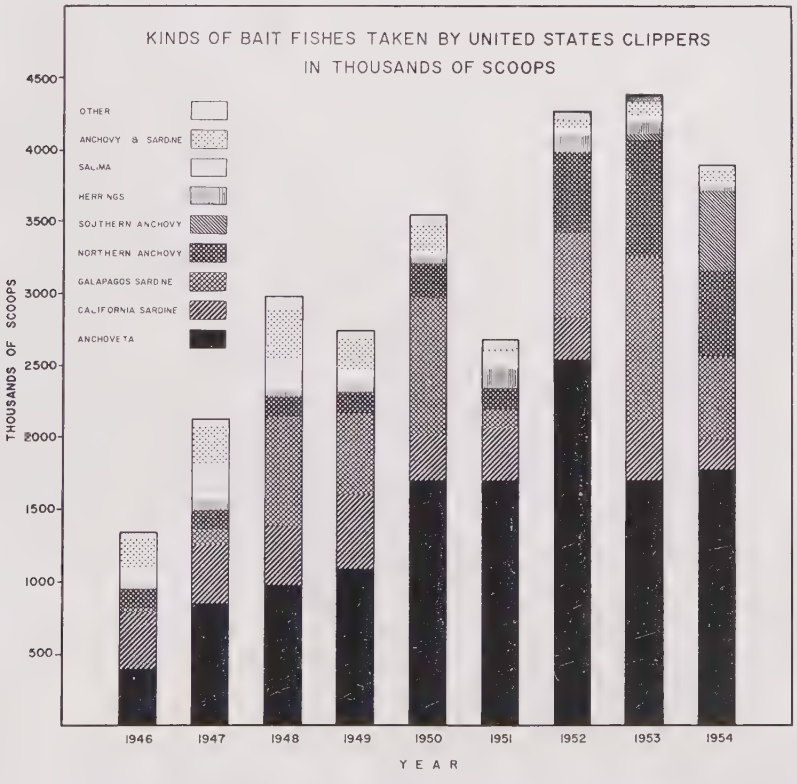

FIGURA 5. Pesca total de peces-carnada, por clases, efectuada por barcos atuneros de los Estados Unidos, 1946-1954.

en el servicio naval, y a la construcción de nuevas unidades, se presentaron algunos cambios en la importancia relativa de las especies usadas. La pesca de la sardina de California y de la anchoa nórdica, que se emplean principalmente en las áreas de pesca más cercanas a los puertos de descarga, aumentó relativamente menos, en promedio, que la pesca de anchovetas, las cuales son usadas en una mayor extensión en las zonas más distantes. En forma similar, la captura de sardinas de las Galápagos, también empleadas en las zonas de pesca distantes, aumentó, en relación, más rápidamente hasta 1954. En este año y en 1955 se capturaron cantidades apreciables de la anchoa sureña (o "anchoveta" peruana) que parece tal vez haber reemplazado en parte a la sardina de las Galápagos. Sin embargo, ésta presenta notables variaciones en su abundancia aparente de un año a otro. En 1951, por ejemplo, la muy baja pesca registrada se sabe que es debida a la escasez de sardinas en las Galápagos.

Por los datos que ofrecemos, puede verse que la pesca de carnada consiste predominantemente de sólo cinco especies: *Cetengraulis mysticetus, Sardinops sagax, Sardinops caerulea, Engraulis mordax* y *Engraulis ringens.* Como ha podido notarse por los informes anteriores, las tres últimas especies citadas son capturadas en cantidades mucho mayores por otras pesquerías que para su empleo como carnada en la captura del atún. Otras entidades se dedican actualmente a su estudio. En consecuencia se le está dando principal atención a la anchoveta, *Cetengraulis mysticetus*, además de que también adelanta algún análisis de las estadísticas de pesca de las otras especies.

El análisis de los datos estadísticos con respecto a los cambios en el esfuerzo de pesca, la producción y la abundancia aparente de la anchoveta en las cinco áreas más importantes (Bahía Almejas, Guaymas, Punta Ahome, Golfo de Fonseca y Golfo de Panamá) ha sido terminado. Los estudios de los caracteres númericos de los especímenes de estas localidades han indicado, como se informó ya, que en cada una de ellas se encuentra una población separada y deben, en consecuencia, tratarse como unidades distintas.

Los barcos no sólo registran las cantidades y clases de carnada que capturan por cada día de pesca, sino también las localidades en que han sido encontradas. Estos datos han hecho posible las estimaciones de la pesca total de anchovetas, su abundancia aparente y el esfuerzo de pesca total en cada una de esas áreas o localidades y en cada año desde 1946 ó 1947. La pesca total en cada área se estima con base en la cantidad de anchovetas registradas en las bitácoras como pescadas en cada localidad y mediante la aplicación de factores de corrección con respecto a las pescas de los barcos que no llevan registros. Estos factores de corrección están basados en el tonelaje de atún descargado por todos los barcos, comparado con los desembarques que hicieron las embarcaciones que sí llevan records, según se dijo anteriormente. La estimación de la aparente abundancia es la "pesca por cada día de actividad" en la captura de carnada efectuada

por una muestra representativa de la flota cuyos barcos tienen registros en sus bitácoras. Lo mismo que en el caso de la pesca de atún, se ha descubierto que los barcos de diferentes clases-tamaños poseen diferente eficiencia; de manera que ha sido necesario computar los factores de eficiencia en cada clase con relación a una clase standard (la IV, entre 201 y 300 toneladas de capacidad) basada en la "pesca por día" de los barcos de diferentes clases que pescan en las mismas áreas durante los mismos años. Estos factores se aplican para ajustar la "pesca por unidad de esfuerzo" de todas las clases, a una medida standard. El esfuerzo total, en términos del número de días standard pescando, se calcula mediante la división de la estimada producción total por la "pesca en cada día de actividad", medida standard.

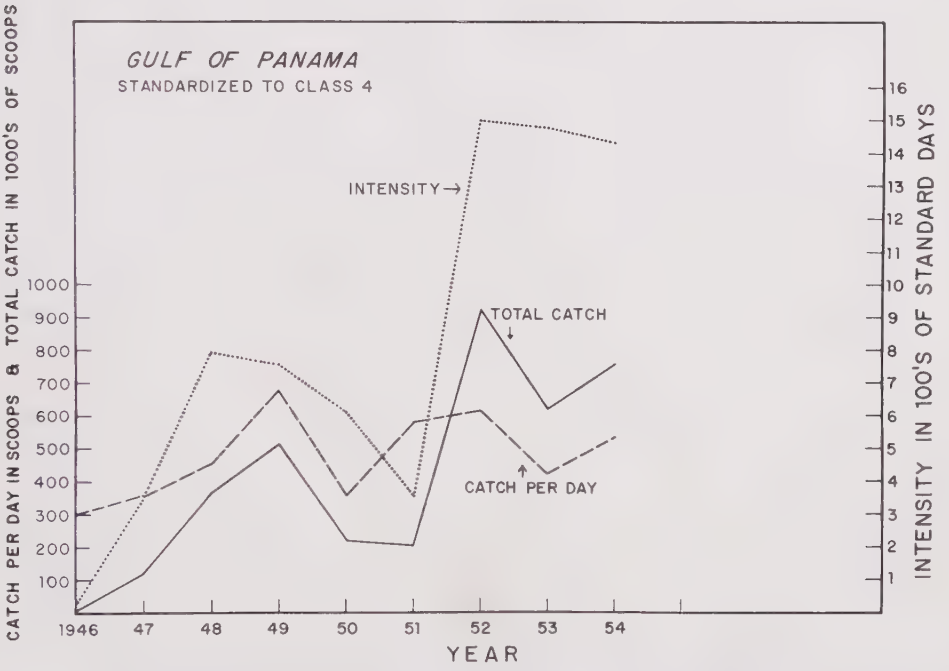

FIGURA 6. Pesca total, "pesca regulada por cada día de actividad" y cálculo de la relativa intensidad de la pesca de anchovetas en el Golfo de Panamá, 1946-1954.

En la Figura 6 aparecen estas medidas con respecto a la pesquería de anchoveta en el Golfo de Panamá durante el período 1946-1954. Allí puede apreciarse cómo, en esos nueve años, el esfuerzo de pesca y la producción total de cada año han aumentado considerablemente. No hay evidencia de que la abundancia aparente tienda hacia la merma; sí hay posiblemente una ligera tendencia a aumentar. No parece haber indicación de que el crecimiento en el esfuerzo y la producción hayan afectado el nivel de abundancia de la población. Desde luego, se notan considerables variaciones de un año a otro en la abundancia aparente, pero éstas no se relacionan con los cambios operados en el esfuerzo de pesca.

Algunas otras áreas, Guaymas por ejemplo, han presentado aún mayor record de variación en la abundancia aparente de la anchoveta que el registrado en el Golfo de Panamá. Sin embargo, en ningún caso, los datos dentro de la serie de años en que han sido proporcionados indican ninguna relación apreciable entre el esfuerzo de pesca y la abundancia. Parece, sin embargo, que en cada una de las más importantes áreas productoras de carnada, las variaciones en el tamaño de la población deben ser atribuídas principalmente a los factores naturales. Dichas áreas son relativamente poco afectadas por las cantidades de peces capturados por la flota a los niveles de esfuerzo actuales.

Se encuentra en preparación un Boletín sobre el análisis de las estadísticas que arroja la pesca de carnada.

4. Investigación sobre la biología, historia natural y ecología del atún

La información sobre la historia natural y hábitos del atún y sus relaciones con los rasgos físicos y biológicos de su medio ambiente, es necesaria tanto para interpretar correctamente los datos de las estadísticas de pesca con respecto a los efectos de la pesquería sobre los recursos, como para llegar a la comprensión de las variaciones en la abundancia y rendimiento de los stocks, debidas a las variaciones en otros factores más que al volumen de la pesca. Durante 1955, el personal de la Comisión ha podido seguir adelante, a un ritmo acelerado, con algunas líneas de investigación ya comenzadas, y también iniciar algunos importantes estudios adicionales.

Estructura de la población y movimientos migratorios

El problema de elucidar la estructura de la población de los atunes aleta amarilla y barrilete se está tratando de resolver por tres métodos: análisis de los datos morfométricos; liberación y recobro de especímenes marcados; y análisis de la composición de tamaños de la pesca comercial.

Durante 1955 se ha progresado en mayores investigaciones sobre la estructura racial del barrilete con fundamento en el análisis morfométrico. Dos series adicionales de datos morfométricos acerca de esta especie se recolectaron a bordo, durante ese año. El Sr. Angot, científico visitante francés, obtuvo en mayo medidas de 75 pescados en aguas frente a Costa Rica, a bordo del barco de investigaciones *Scofield* perteneciente a la entidad "California Fish and Game". La segunda muestra consistió de 132 ejemplares medidos en aguas frente a Baja California por un miembro del personal de la Comisión, en agosto, embarcado en el clipper atunero *Viking*.

La comparación de cuatro series que tenemos a nuestra disposición, tomadas dentro de la región del Pacífico Oriental, estadísticamente revela diferencias de significación. Hay alguna indicación de diferencias entre los peces de las áreas de Baja California y América Central, pero el análisis está confuso, porque la variación entre áreas no puede ser estimada haciendo caso omiso de posibles diferencias entre las medidas de diferentes observadores. Como es imposible, en la actualidad, determinar la significa-

ción de la causa de la variación que tal confusión produce, es necesario un mayor muestreo que permita hacer estimaciones de esa variación antes de que se pueda llegar a inferencias acerca de la estructura racial intra-regional.

La comparación de muestras del Pacífico Oriental con las de la región hawaiana, ha demostrado que las diferencias en las proporciones anatómicas del barrilete proveniente de ambas áreas, no son significativas en relación con la variación entre las muestras dentro de las dos regiones. Consecuentemente, cualesquier diferencias, si en realidad existen, no pueden ser apreciadas con los datos que al presente se tienen.

También se han recogido durante el año medidas morfométricas del atún aleta amarilla en diversas áreas de pesca dentro del Pacífico Oriental, incidentalmente, mientras se hacía el trabajo de marcación y otras labores realizadas a bordo. Sin embargo, no han sido analizadas todavía.

El problema de la estructura de la población puede ser confrontado más directamente mediante la determinación de los movimientos migratorios de los peces con el empleo de especímenes marcados. Con un número suficientemente grande de atunes liberados y recuperados con su marca, se puede llegar a determinar si los adultos permanecen dentro de regiones circunscritas o emigran de una a otra, y, en este último caso, también pueden estimarse las proporciones en que se efectúa la mezcla de individuos de diferentes localidades. Desgraciadamente los atunes, a pesar de su tamaño, son peces muy delicados, por lo que hasta en años recientes se ha tenido muy poco éxito en el desarrollo de métodos adecuados para marcarlos sin producirles daño. Los científicos del Laboratorio de Pesquerías del Estado de California triunfaron en 1952 al lograr una marca que permitió recobrar algunos ejemplares, y desde entonces han continuado empleando el sistema tanto en el aleta amarilla como en el barrilete. Algunos especímenes marcados han sido recogidos después de más de un año de haberse marcado y echado al agua, y en algunos casos se han registrado movimientos de varios cientos de millas. Sin embargo, los datos son todavía tan exiguos que no pueden sustentar conclusiones en cuanto a la posible existencia de sub-poblaciones y de sus límites geográficos y en cuanto a las proporciones en la mezcla.

Considerando la inmensa importancia que tiene este problema, el personal de la Comisión ha iniciado durante la última parte del año pasado un nuevo proyecto de investigación dirigido al mejoramiento de marcas y de métodos para aplicarlas que permitan aumentar el porcentaje de recuperación. Se han probado diversos tipos de marcas para experimentar con caballas (mackerel) en tanques de la Institución Scripps de Oceanografía y de la entidad "Marineland of the Pacific" en Palos Verdes, a fin de sacar modelos adecuados. Las pruebas en el mar se comenzaron en diciembre con ciertos tipos de marcas que se consideraban prometedoras; el atún se marcaba a bordo de barcos pesqueros, devolviendo al agua los

especímenes tan pronto eran señalados. Entre el 1° de diciembre de 1955 y el 6 de enero de 1956, fueron marcados 365 individuos de la especie aleta amarilla y 1006 barriletes en aguas frente a la parte septentrional de Sud América. A medida que se escribe este informe, se continúa trabajando en ese aspecto de la investigación, la cual será continuada con vigoroso empeño durante el próximo año.

El método número tres en el estudio de la mezcla de peces de diferentes áreas, es el de analizar la composición de tamaños de las muestras de la pesca comercial, lo que también nos proporciona una base para investigar el crecimiento, la mortalidad y la variación en la magnitud de las clases anuales. Con estos propósitos hemos comenzado, en el verano de 1954, un programa de recolección continua y sistemática de los datos requeridos, que se ha denominado "programa de medidas en los mercados".

Investigación a base del análisis de la composición de tamaños de la pesca comercial

La recolección de frecuencias de tamaño del aleta amarilla y barrilete, en las muestras de atunes descargados en San Diego y San Pedro, ha continuado durante 1955. El programa de "medidas en los mercados" tiene como objetivo la estimación del crecimiento, la mortalidad y las variaciones en la magnitud de las clases anuales, así como determinar la mezcla entre peces de diferentes áreas.

Con miras al muestreo, la región pesquera ha sido dividida en diversas áreas llamadas "áreas de muestreo"; esa división se ha fundamentado en el promedio de la distribución de la pesca total registrada por los clippers atuneros (Figura 7).

El programa comenzó en julio de 1954, pero sólo se han conseguido datos de utilidad en relación con unos pocos meses y áreas durante ese año. El muestreo ha continuado muy bien en 1955, habiendo sido medidos unos 100,000 peces de ambas especies. Desafortunadamente, debido a la variación estacional en el esfuerzo de pesca y en la producción en las diversas áreas de muestreo, no es posible recoger series completas que cubran todo el tiempo en todas las áreas. Parece, sin embargo, que varias de las zonas proporcionarán datos en continuidad suficiente para nuestros propósitos.

Debido al gran número de peces tratados, los datos se tabulan por el sistema de tarjetas perforadas, para lo que se han contratado los servicios de la International Business Machines Corporation. Con ello se economiza tiempo y dinero en comparación con los métodos manuales.

Inicialmente se ha dado especial énfasis al desarrollo de sistemas convenientes de muestreo que proporcionen, en una forma más eficiente, muestras representativas de la pesca. El problema es algo complejo; no tenemos todavía suficientes datos a mano que permitan un análisis final.

La naturaleza de la forma en que se presentan los máximos en las frecuencias de tamaños que se registran en los desembarques de peces provenientes de diferentes áreas, indica que los hábitos de ambas especies de atún pueden resultar muy complejos. En ciertas zonas los máximos en las distribuciones por tamaños parecen persistir y progresar en una forma regular, por largos períodos de tiempo, mientras que en otros casos hay evidencia de muy abruptas transiciones. Se espera que, mediante la comparación de los máximos en las distribuciones por tamaños en diferentes áreas, y la ayuda que den los indicios que resulten de la marcación de especímenes, será posible llegar a conocer más adelante, por ese método, los movimientos migratorios de los peces entre las áreas de muestreo.

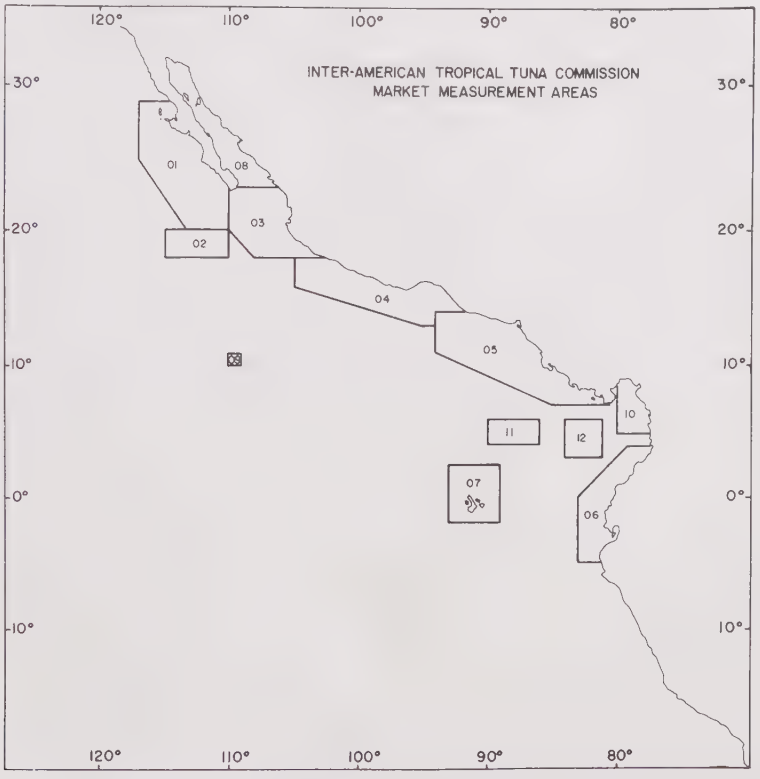

FIGURA 7. Areas de muestreo para el programa de "medidas en el mercado".

Parece que, efectivamente, ciertos grupos de tamaños se mantienen a menudo en un área determinada por varios meses, y guardan gran diferencia con los de zonas adyacentes. De ésto podría desprenderse que la mezcla entre áreas no es en verdad rápida y continua.

De la composición de tamaños de la pesca y de la progresión de los máximos en las distribuciones por tamaños persistentes en ciertas áreas, ha sido también posible inferir que ambas especies crecen rápidamente

y que la pesquería comercial depende principalmente, en ambas especies, de sólo dos grupos de edades en que los peces son más bien jóvenes. Por supuesto, será necesario acumular datos de diversos años para determinar cómo la composición de tamaños (y edades) varía de un año a otro, y así llegar a alguna estimación de las variaciones en la magnitud de la clase anual.

Desove y temprano desarrollo del atún

Como se informó el año pasado, en 1954 se comenzó un estudio sobre las áreas y las épocas en que se opera el desove del atún, basado en el examen de los ovarios en especímenes tomados como muestras en los desembarques comerciales. Ese año se obtuvieron muestras de tres zonas durante las diferentes épocas, a saber: a la altura de la costa de Baja California, en las vecindades de las Islas Revilla Gigedo, y en aguas afuera del litoral de la América Central. Estas muestras han sido examinadas detalladamente, con especial interés en hallar métodos para juzgar objetivamente el grado de madurez sin tener que medir los huevos en desarrollo en los ovarios. Se encontró que un "índice de gónada", que se obtiene dividiendo el peso de los ovarios por el cubo de la longitud del pescado, resultó ser un buen factor para estimar el tamaño de los huevos en desarrollo, independientemente del tamaño del animal. Tenemos actualmente en prensa un Boletín sobre estos estudios y acerca de las épocas de desove de las dos especies de atún en las antes mencionadas áreas, estudios que se han basado en el material recolectado durante 1954.

Teniendo ya un método rápido y objetivo para apreciar el grado de madurez, el muestreo de la pesca comercial tendiente a determinar las épocas y áreas de desove continuó en 1955 en las tres zonas estudiadas en años anteriores y, además, se amplió con la inclusión de dos nuevas áreas, una frente a la parte septentrional de Sud América y otra constituída por las aguas cercanas a las Islas Galápagos. Los datos sobre estas series de muestras no han sido todavía completamente analizados.

Por la presencia de larvas de atún en mangas planctónicas de arrastre, se puede obtener alguna idea sobre la extensión geográfica del desove, tanto en las áreas de pesca como en las regiones más afuera en alta mar. Durante la expedición "Eastropic" (véase la página 84) de octubre a diciembre de 1955, se hicieron arrastres con mangas planctónicas en unas 150 estaciones entre 115° W. de longitud y el continente, así como entre 30° N. y 7° S. de latitud. Actualmente se están clasificando las larvas de atún logradas en esos arrastres. Tendrá que transcurrir algún tiempo antes de que el material quede identificado y tabulado.

En el curso de expediciones oceanográficas y de los viajes dedicados a la marcación de especímenes, a bordo de embarcaciones comerciales, se recolectan también pequeños atunes juveniles, que son positivamente fototrópicos, por el sistema de una red sumergida y con la atracción de

luz artificial en la noche. Por este mismo método se están recolectando considerables cantidades de especímenes de las dos especies comerciales de atún, así como de otras no comerciales que están relacionadas muy de cerca con aquéllas. Dentro de algún tiempo este material nos proporcionará la base para describir los estados de desarrollo de estas especies, y nos dará información adicional sobre la localización de las áreas en que el atún se reproduce.

Hábitos gregarios del atún

Tanto el aleta amarilla como el barrilete son capturados en la misma región, en las mismas épocas del año. Como se ha dicho anteriormente, el aleta amarilla está mucho más cerca del punto del máximo rendimiento sostenible que el barrilete. En consecuencia, es probable que en un futuro no distante llegue a ser necesario recomendar medidas de conservación que limitarán la intensidad en la pesca del aleta amarilla, al mismo tiempo que se permitirá el aumento del esfuerzo de pesca para la obtención del barrilete. Una pregunta importante a este respecto es si estas dos especies tienden o no a formar cardúmenes separados, de manera que se pueda dejar de lado a una especie y capturar la otra.

Una forma de estudiar ésto ha sido la del análisis de los registros en las bitácoras de los barcos rederos, en muchos de los cuales se han anotado los resultados de cada operación individual con la red. En la suposición de que cada instalación de la red se hace para atrapar a una sola mancha de atún, podemos entonces determinar qué parte de los cardúmenes, y de las pescas resultantes de ellos, son solamente de una especie, y qué parte está constituída por una mezcla de las dos especies. El análisis de los datos correspondientes, recogidos durante los años 1954 y 1955, indica que una gran parte de las manchas encontradas estaban formadas por una sola especie. En 1954, un total de 1010 operaciones produjo 12,765 toneladas; el 82.8% de dichas operaciones produjo pescados de una sola especie, y el 84.4% de la pesca fué logrado de esos cardúmenes "puros". En 1955, el registro de 1358 operaciones con una producción de 17,780 toneladas, indica que el 90.1% de ellas se efectuó con cardúmenes puros, los que dieron el 88.2% de la pesca total.

No es posible un análisis estadístico similar en relación con los clippers, porque pocas veces registran individualmente los resultados de la pesca de cada mancha o cardumen. Sin embargo, estamos recogiendo datos sobre la composición de cada mancha encontrada por los clippers en que viajan nuestros científicos encargados de los experimentos de marcación y de otros estudios a bordo. Estos datos son todavía muy pocos para efectuar un análisis valioso, pero parecen confirmar, en general, los resultados revelados por el análisis estadístico de los datos que arrojan los registros de los barcos rederos, es decir, que un alto porcentaje de cardúmenes está constituído por una sola especie o con solamente una pequeña mezcla de individuos de la otra.

Otros estudios

En tanto que recogen a bordo, en alta mar, los tipos de información a que nos hemos referido anteriormente, nuestros científicos recolectan también, cuando se presenta la oportunidad, datos relacionados con otros aspectos de la biología y ecología del atún. Entre éstos hay datos referentes al grado en que las especies tienden a formar cardúmenes por tamaños, para lo que se toman las medidas de la longitud de las muestras sacadas de cada mancha de peces. También se recoge el contenido de los estómagos de los pescados para lograr información sobre sus hábitos alimentarios.

5. Investigación sobre la oceanografía física, química y biológica del Pacífico Oriental

Por el hecho de ser el atún un pez completamente pelágico en todos los estados de su vida, capacitado para moverse libremente a través de largas distancias en el mar, los marcos importantes de referencia para el estudio de su ecología son las masas de agua y las corrientes del océano, así como su contenido químico y biológico. El personal de la Comisión ha realizado estudios sobre estas materias en el pasado, pero solamente por la circunstancia de que algunos de sus científicos han sido destacados en barcos de investigación de entidades que cooperan en nuestro trabajo y que han efectuado expediciones oceanográficas, pudiendo citarse en primer lugar a la Institución Scripps de Oceanografía. La Comisión obtuvo un aumento en su presupuesto durante la última parte de 1955 y gracias a estos fondos adicionales ha podido contratar a un oceanógrafo físico y a los necesarios asistentes, así como a otros biólogos, lo que nos ha capacitado para tomar parte, con mayor intensidad, en el análisis de los datos recogidos en las expediciones efectuadas y en las que se realicen en el futuro, y también para comenzar el planeamiento de ciertos tipos especiales de observaciones, particularmente valiosas en la determinación de las variaciones que ocurren en el régimen oceánico, lo que nos facilitará comprender más adelante algunas de las variaciones en la disponibilidad que presentan a la pesca las especies de atún.

Los datos relacionados con la oceanografía física y química, recolectados en la expedición "Shellback" en 1952 y en otras anteriores efectuadas en el Pacífico Oriental, han sido ya estudiados en una forma bastante completa por el Dr. W. Wooster, de la Institución Scripps, y el Sr. T. Cromwell, de nuestro personal. Ellos están preparando una publicación sobre oceanografía descriptiva del Pacífico Oriental, que será el trabajo más competente, en existencia, al respecto.

Entre setiembre y diciembre de 1955 la expedición "Eastropic" recolectó también abundantes datos sobre la oceanografía física, química y biológica de esta región. La expedición se organizó con la cooperación coordinada de cinco embarcaciones: *Spencer F. Baird* y *Horizon*, de la Institución Scripps; *Hugh M. Smith*, del Laboratorio de Hawaii del Servicio de Pesca y Vida Silvestre de los Estados Unidos; *B. A. P. Bondy*, de la oficina hidrográfica

de la Marina peruana; y el *N. B. Scofield*, del Laboratorio de Pesquerías del Estado de California. Miembros del personal de la Comisión formaron parte del grupo científico a bordo del *Baird*, y actualmente están encargados del análisis de muchos de los datos obtenidos por los dos barcos de Scripps. Cada entidad elaboró el programa de sus propias embarcaciones atendiendo a su particular interés, pero se espera que, una vez analizados e informados todos los datos, podrán ser considerados como un todo en beneficio de un conocimiento de la región oceánica explorada, mucho mejor del que hubiera podido obtenerse en operaciones aisladas.

El trabajo de los barcos *Baird* y *Horizon* tuvo dos objetivos generales: complementar y ampliar la investigación hidrográfica y biológica de la expedición "Shellback", y estudiar las características especiales de la región encontradas en expediciones anteriores. Para conseguir el primer objetivo, se ubicaron 189 estaciones en las cuales se midió la temperatura y se

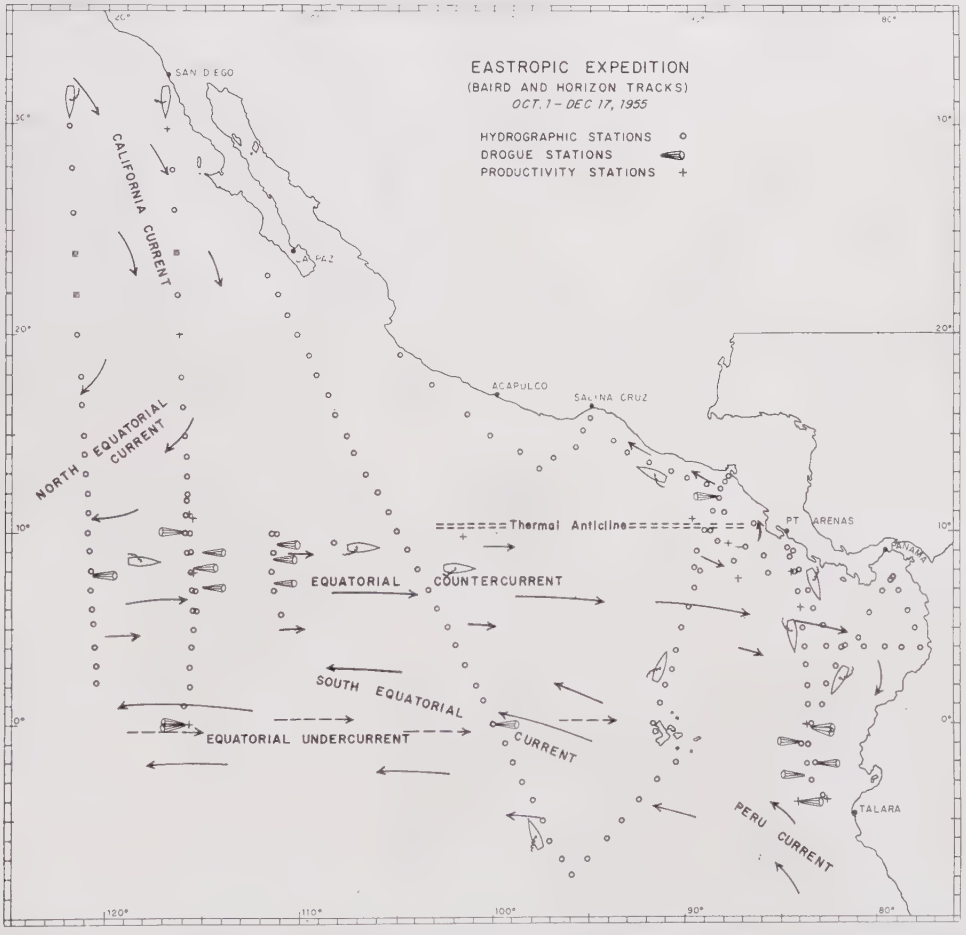

FIGURA 8. Posición de las estaciones de los barcos *Horizon* y *Baird* en la Expedición Eastropic.

determinaron la salinidad, el fosfato inorgánico y el oxígeno disuelto desde la superficie hasta una profundidad de 1000 metros aproximadamente. Estas estaciones, cuya localización muestra la Figura 8, incluyen: (a) la zona de la bahía de Panamá al este de la región observada en la expedición "Shellback"; (b) dos secciones paralelas a una distancia de 300 millas, a través del sistema ecuatorial, que fueron estudiadas simultáneamente; (c) una de las extensas secciones cubiertas por la expedición "Shellback", cuya exploración se repitió; (d) una sección más o menos paralela a las costas de la América Central y México aproximadamente, a lo largo del contorno de 1000 brasas de profundidad. Se cree que cuando los datos hayan sido analizados e interpretados debidamente, tendremos un buen conocimiento de la circulación general de la región. En consecuencia, consideramos que el trabajo exploratorio será, en el futuro, menos provechoso que el estudio intenso de áreas especiales y de los fenómenos dentro de la región.

Con el propósito de aumentar nuestro conocimiento sobre la distribución de las propiedades biológicas que son de importancia para la ecología del atún, se efectuaron observaciones de diversas clases durante la expedición "Eastropic". A bordo de ambos barcos de Scripps se hicieron determinaciones de la produción estable de zooplancton por medio de arrastres oblicuos con mangas planctónicas, desde 300 metros de profundidad hasta la superficie. Diariamente, a bordo del *Baird*, se determinó la cantidad de fitoplancton en las aguas superficiales, por el sistema de medir la clorofila. En diferentes lugares se hicieron observaciones acerca de la tasa de producción básica por la determinación de la cantidad de carbón radio-activo asimilado por el fitoplancton. Estas observaciones confirman y amplían los resultados de las que se efectuaron en la expedición "Shellback", en cuanto a que ciertas áreas se caracterizan por grandes poblaciones de organismos, debido a la naturaleza de la circulación oceánica, y que estas regiones son, en general, en donde se logran las mayores pescas de atún.

Para tener un conocimiento más extenso acerca de los procesos físicos y biológicos en determinadas áreas, se efectuaron estudios minuciosos de la Contracorriente Ecuatorial; de la anticlina térmica en aguas afuera de la América Central; de la Circulación Ecuatorial, incluyendo la Corriente Submarina; y del borde septentrional de la Corriente del Perú.

Veintiocho días de navegación se emplearon en la Contracorriente Ecuatorial, para estudiar la estructura de las corrientes en diferentes profundidades con mediciones directas, y la variabilidad de las corrientes superficiales.

En alta mar, frente a la costa de Centroamérica y extendiéndose a lo largo del límite norte de la Contracorriente, se encuentra una gran área caracterizada por una termoclina fuerte y poco profunda (una "anticlina térmica"). En esta región hay una alta concentración de plantas nutritivas bajo la termoclina, pero que se extiende bien adentro de la zona en que hay luz adecuada para la fotosíntesis. La determinación de la clorofila y

medidas de radio-carbón asimilado *in situ*, en esta área, ha demostrado la existencia de cultivos estables de fitoplancton y altas tasas en la productividad básica, tanto debajo como encima de la termoclina. Esta característica oceanográfica, en virtud de la cual los elementos nutritivos son traídos a la zona fotosintética, no por el fenómeno del afloramiento sino por la distribución de la masa, parece ser la que mantiene la gran población de atún que encuentra la pesquería en esta región.

Un estudio de las corrientes en el ecuador fué realizado tanto por los métodos convencionales como mediante el uso de equipos especiales. La fuerte Corriente Submarina que fluye hacia el este, fué encontrada debajo de la Corriente Sudecuatorial que fluye con rumbo hacia el oeste, entrecruzándose en los 115° W. y 110° W. de longitud. No se presentó al este de las Islas Galápagos en el 83° W. Sería importante efectuar mayores estudios para determinar la extensión y estructura de la Corriente Submarina, y la naturaleza y localización de su término este, para llegar a una completa explicación de las concentraciones de atún cerca de las Galápagos.

Nuestro personal, en cooperación con científicos de la Institución Scripps, se dedica al análisis de los datos sobre oceanografía física, química y biológica recogidos en esta última expedición. Esperamos que con estos datos se progresará más rápidamente que con los de la expedición "Shellback", como resultado del aumento de capacidad de la Comisión para contratar personal para este trabajo.

Las investigaciones oceanográficas de la Comisión, hasta ahora, se han dirigido principalmente hacia el conocimiento de los rumbos generales de la circulación en el Pacífico Oriental Tropical, y de los efectos biológicos que esa circulación produce. Claro que éste es el necesario fundamento para más detallados estudios tendientes a determinar las variaciones temporales que pueden ser causantes de cambios, también temporales, en la abundancia de los stocks de atún y en su disponibilidad para la pesca. Ahora, sin embargo, necesitamos además comenzar a recoger datos en series que nos proporcionen medios para el estudio de las variaciones temporales. Con este fin, hemos comenzado recientemente a investigar la posibilidad de obtener una información continuada a base de equipos colocados en los barcos atuneros para el registro de la temperatura del mar, y por medio de instrumentos automáticos instalados en estaciones establecidas en islas distantes.

El programa futuro de la Comisión también incluye la investigación de las relaciones entre los fenómenos meteorológicos y las variaciones en la circulación oceánica. Como la circulación de las capas superiores del océano se produce principalmente a causa de los vientos, puede ser posible utilizar la inmensa cantidad de datos meteorológicos que rutinariamente son recogidos por diversas oficinas, para lograr algún conocimiento de las fluctuaciones de la pesquería de atún con base en tales datos. Debe entenderse que éste es un tipo de investigación completamente nuevo, y como se trata

de una exploración dentro de un distinto campo de conocimiento, no podemos especificar por adelantado los procedimientos y métodos. Se espera comenzar esta línea de estudio con la participación de un meteorologista investigador que aumentará nuestro personal durante el próximo año.

6. Investigaciones sobre la biología, ecología e historia natural de los peces de carnada

Las investigaciones durante 1955 continuaron casi exclusivamente dirigidas al estudio de la anchoveta *(Cetengraulis mysticetus)* porque, como se ha dicho anteriormente, es la única entre las importantes especies de carnada por la cual el esfuerzo de pesca de los barcos atuneros puede llegar a ser lo suficientemente grande como para constituir un problema de conservación. Los datos acerca de las otras especies se continúan recogiendo en forma incidental, conforme se realizan los estudios de la anchoveta.

Por el estudio de las muestras recolectadas por la flota atunera, se están investigando importantes aspectos de las historia natural de la anchoveta en cada una de las principales localidades en que ésta se encuentra. En nuestros laboratorios de Costa Rica y Panamá se hacen estudios detallados de las poblaciones de los Golfos de Nicoya y Panamá, respectivamente.

Los estudios de los caracteres numéricos de las anchovetas de cada una de las más importantes áreas de pesca, terminados ya y sobre los cuales se había informado anteriormente, han indicado que cada área tiene una población distinta de las otras, con muy poca o ninguna mezcla entre ellas. Esta inferencia, con base en la evidencia que nos da la comparación morfológica, es necesario verificarla por medio de experimentos de marcación cuyo buen éxito depende de técnicas convenientes que teníamos la esperanza de lograr en el Golfo de Panamá durante 1955. Desafortunadamente, después de haber marcado y liberado unos 13,000 especímenes, cesó la pesca de carnada en Panamá durante la última parte del año, y solamente un pescado se recobró, posiblemente debido a esa falta de actividad pesquera, por lo que no tenemos todavía la certeza de la eficiencia de la marca y del método para aplicarla. También fracasó un experimento consistente en mantener los especímenes marcados en viveros, para medir la mortalidad y los porcentajes en la pérdida de marcas, ya que una tormenta destruyó el equipo e interrumpió las observaciones. Se comprobó que la mortalidad por la marcación y el manoseo que sufren los pescados, es alta, aproximadamente el 50%; pero la subsecuente mortalidad probablemente no es mayor en los peces marcados que en los que no lo están. El porcentaje de pérdidas de marcas no pudo determinarse por motivo del referido accidente. Estos experimentos serán repetidos en 1956; se espera que con mejor éxito.

Las recolecciones de anchovetas hechas por la flota atunera, complementadas con nuestras propias recolecciones logradas con prodigalidad en el Golfo de Panamá, nos suministran información sobre la edad, tasa de crecimiento y épocas de desove. Los informes en relación con las épocas

de desove no se han completado, sin embargo, en cuanto a algunas localidades, porque no pueden conseguirse muestras durante todo el año; ésto se debe al hecho de que esas localidades sólo son frecuentadas por la flota atunera durante las estaciones en que la pesca de atún es productiva en las áreas adyacentes del océano.

Siguiendo la progresión temporal de los máximos en las curvas de distribuciones por tamaños a través de las frecuencias de longitud que se anotan al medir los especímenes tomados como muestras, se ha podido determinar que, en todas las áreas, esta especie crece muy rápidamente y tiene corta vida, a pesar de que la longevidad parece tener alguna variación entre las diversas localidades. En el Golfo de Panamá las anchovetas se crían durante la época de desove en la última parte de octubre y hasta los primeros días de enero. En dos meses alcanzan una longitud standard de 30 milímetros; a los seis meses llegan a un promedio de 115 milímetros, y al cabo de un año miden unos 130 milímetros (promedio) a cuya edad logran la madurez sexual y desovan. A los dos años los especímenes tienen un tamaño promedio de 150 milímetros, pero sólo alcanzan 160 milímetros a los tres años. Las abundantes muestras del Golfo de Panamá indican que menos del 5% de la pesca está constituído por peces de más de un año, y menos del 1% es de peces mayores de dos años. Entre unos 10,000 especímenes examinados en las pescas de los barcos atuneros, solamente 20 tenían una longitud mayor de 165 milímetros. En la Figura 9 se muestran el tamaño y el crecimiento de esta especie en el Golfo de Panamá, según las muestras de las embarcaciones atuneras, de 1951 a 1955.

La tasa de crecimiento en otras áreas parece ser casi similar a la del Golfo de Panamá. Sin embargo, en algunas localidades, por ejemplo Guaymas en el Golfo de California, la tasa de mortalidad parece ser más baja

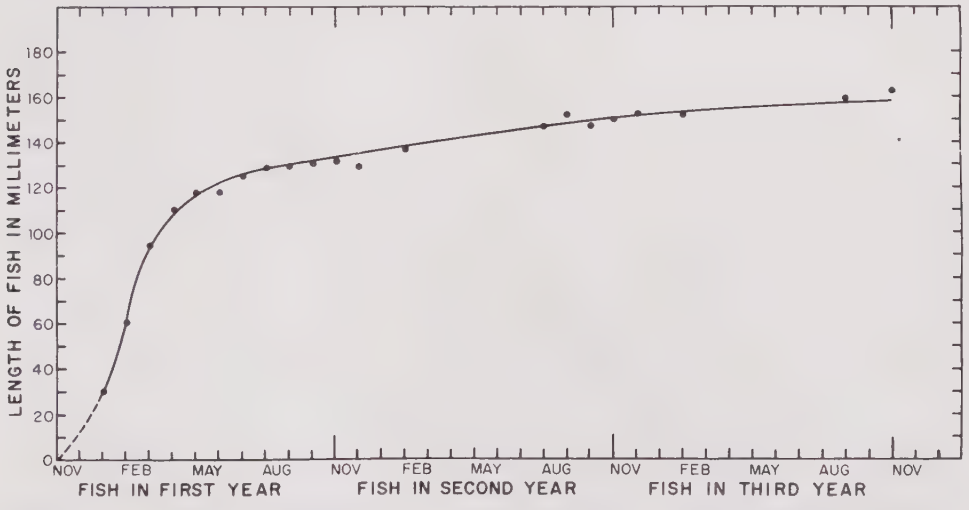

FIGURA 9. Edad y crecimiento de la anchoveta en el Golfo de Panamá, según los máximos en las curvas de la distribución por longitudes.

que en Panamá, porque una parte apreciable de la pesca se compone de especímenes en su segundo y aún en su tercer año de vida. El porcentaje de individuos de mayor edad en la pesca se espera, desde luego, que varíe de un año a otro, dependiendo de la relativa abundancia de las sucesivas clases anuales.

Las épocas de desove se determinan por medio del examen de gónadas. En el Golfo de Panamá, durante la mayor parte del año, las gónadas se encuentran en un período de descanso y son, por ende, tan pequeñas como para no ser visibles a simple vista. En agosto puede apreciarse su desarrollo, y a fines de octubre los ovarios de las hembras alcanzan su tamaño máximo. Los ovarios prevalecen completamente desarrollados hasta noviembre, y a mediados de diciembre se encuentran especímenes que ya han desovado. La época de desove termina esencialmente a fines de diciembre, a pesar de que unos pocos especímenes maduros han sido encontrados en enero. Se cree que los peces más grandes (y de más edad) alcanzan su madurez sexual más pronto que los especímenes más pequeños.

Las otras áreas importantes productoras de carnada no tienen tan buena representación en muestras, durante el año entero, como la tiene el Golfo de Panamá, pero se dispone actualmente de suficientes ejemplares para determinar aproximadamente las estaciones de desove en casi todas ellas. En el Golfo de Fonseca se observa un desarrollo sexual progresivo de la población desde mayo hasta fines de agosto o a principios de setiembre, en cuya época comienza el desove. Este continúa, aparentemente, hasta marzo, a pesar de que en algunos años puede terminar más temprano. En Guaymas, el desove parece comenzar en julio y sigue por lo menos hasta setiembre. La población en Punta Ahome comienza el desove, al parecer, al mismo tiempo que en Guaymas. Aunque no disponemos de recolecciones procedentes de la Bahía de Almejas en los meses de verano, las que ha logrado la flota atunera en otros meses indican que el desove se efectúa en esa estación del año, ya que los peces jóvenes (de 50 a 90 milímetros) se presentan casi siempre en el otoño y a principios del invierno.

Avanzado ya el año 1955, estuvimos en condiciones de dedicar el tiempo completo de trabajo de un grupo de científicos al problema tan complejo de identificar los huevos y las larvas de la anchoveta, y a distinguirlos de los de las otras numerosas anchoas y especies parecidas al arenque que aparecen junto con la anchoveta. Este problema es necesario resolverlo a fin de poder determinar la distribución geográfica y temporal de los adultos durante el desove y de los peces jóvenes en sus primeros estados, valiéndonos de la presencia de huevos y larvas en las muestras de plancton. Su solución es también un requisito previo al examen de las muestras de plancton que se recolectaron en el Golfo de Nicoya con el propósito de encontrar y examinar los huevos y larvas de anchoveta después del experimento de trasplante en 1953.

Actualmente nos dedicamos a formar series de los estados que presenta

el desarrollo de la anchoveta y de cada una de las especies relacionadas con ella, para reconocer los caracteres que identifican a cada cual. Estamos investigando los especímenes desde los tamaños de 25 y 30 milímetros, que son bastante fáciles de identificar, en retroceso hacia tamaños menores, y esperamos también hacer un estudio desde el huevo, en un esfuerzo para la identificación de los estados intermedios. Inicialmente, el estudio está concentrado en los estados larvales avanzados, en los juveniles más tiernos y en los huevos planctónicos. El material se recoge en el Golfo de Panamá. Este año nos falló el intento de fertilizar huevos de anchoveta artificialmente para llegar a obtener larvas hasta quizás unos 5 milímetros, pero intentaremos de nuevo el experimento en 1956. El buen resultado de una fecundación artificial será muy valioso en la identificación de los huevos fertilizados naturalmente y de los primeros estados larvales.

Investigaciones en el Golfo de Panamá

El trabajo de investigación en el Golfo de Panamá comenzó en noviembre de 1954, de manera que 1955 fué el primer año completo dedicado a las investigaciones en el laboratorio instalado en aquel país. Los propósitos de los estudios en dicho laboratorio son: (1) Elucidación de la historia natural y ecología de la población de anchovetas en el Golfo de Panamá, como medio de investigar los efectos de la pesca y de los factores naturales sobre los recursos; y (2) Investigación de los efectos que produce el afloramiento estacional en el Golfo de Panamá sobre la básica productividad biológica, para correlacionar los resultados de dicha investigación con las variaciones que se presentan en la población de anchovetas.

Las recolecciones de anchovetas se hicieron durante todo el año, para completar el material recogido por los barcos atuneros destinado al estudio de la edad, crecimiento y desove. Durante la época de desove se hicieron arrastres con redes o mangas para recoger plancton y larvas, a intervalos frecuentes en muchas partes del Golfo, a fin de obtener huevos y muestras de los estados larvales de la anchoveta y de otras especies de anchoas, y efectuar estudios de los primeros pasos de su historia natural, así como para conseguir material que permita más adelante determinar la distribución geográfica y temporal de los adultos durante el desove, y de los peces jóvenes durante los primeros estados de su vida. Una red standard de medio metro, de gasa de seda de 40XXX con una bolsa de 56XXX, es empleada para la recolección de huevos; y una red, también de medio metro, hecha de nylon con aperturas de un milímetro, se utiliza para la captura de larvas entre 10 y 20 milímetros aproximadamente. Para atrapar peces de 30 milímetros o más grandes, se usa una atarraya. Hasta ahora no hemos tenido éxito en la pesca de anchovetas entre 20 y 30 milímetros. Los pocos especímenes de esos tamaños que han podido lograrse, han sido encontrados en estómagos de caballas (mackerel).

Los huevos y las larvas de las anchoas tropicales se desarrollan en forma rápida. Generalmente las larvas salen del cascarón en 24 horas.

Con el propósito de obtener muestras de los diversos estados durante el período inicial de desarrollo, en las estaciones localizadas en el Golfo se hicieron arrastres cada dos horas, en períodos de veinticuatro horas, para obtener huevos y larvas. Estas estaciones se recorrieron muchas veces durante la época de desove. El material no ha sido identificado todavía.

La marcación de anchovetas ocupó a nuestro personal en Panamá durante los meses de primavera. Desgraciadamente, como se dijo antes, los resultados de esa marcación no fueron definitivos y será necesario repetir los experimentos.

La gran población de anchovetas, los extensos recursos en camarones y otras riquezas marinas del Golfo de Panamá, se consideran el resultado de la alta productividad básica del área, poco común ciertamente, debida al intenso afloramiento que se opera entre noviembre y abril.

Durante esta época aumenta la frecuencia y la fuerza de los vientos del norte que empujan las aguas superficiales hacia afuera de la costa, siendo reemplazadas por aguas más frías y más salinas que afloran desde capas más profundas de alta mar. El agua de profundidad traída a la superficie es rica en sales nutritivas, particularmente fosfatos, que fertilizan la zona de luz. Esto mantiene el abundante crecimiento de fitoplancton, es decir de las plantas microscópicas de las que dependen los organismos superiores de la cadena alimenticia.

A fin de estudiar con algún detalle los fenómenos del afloramiento y sus efectos biológicos, dos veces al mes estamos haciendo una serie de observaciones de carácter físico, químico y biológico en una estación localizada a 10 millas al suroeste de la Isla Taboga. Se mide la temperatura del agua desde la superficie hasta el fondo, y se toman muestras de agua a diferentes profundidades para determinar la salinidad, el oxígeno, fosfatos y hierro en forma de partículas microscópicas. La producción estable de fitoplancton y zooplancton se mide cuantitativamente por medio de arrastres con redes. La tasa de producción de fitoplancton se determina por la asimilación de carbón por aquél, para lo cual se usa carbón radio-activo como indicador. Estos tipos de información, recogidos en unos pocos años, se espera que nos conducirán al conocimiento de los efectos que producen las variaciones en el afloramiento sobre la biología básica del Golfo, lo que ha de correlacionarse con las variaciones en las anchovetas, por una parte, y por otra, con las medidas de los fenómenos meteorológicos e hidrográficos que ha realizado la Compañía del Canal de Panamá en Balboa. Esta Compañia posee un record de cincuenta años sobre la temperatura del mar, niveles oceánicos, y varias otras observaciones meteorológicas que, unidas al conocimiento de sus relaciones con los fenómenos del afloramiento en el Golfo, nos proporcionan una serie muy singular de datos que posiblemente nos servirán para comprender las fluctuaciones que presentan las anchovetas y otros recursos pesqueros en el Golfo de Panamá.

La Figura 10 es una ilustración de algunas de las características físicas relacionadas con el afloramiento. El gráfico comprende el período de diciembre de 1954 a diciembre de 1955 inclusive. El proceso del afloramiento, que es producido por los vientos nórdicos, comenzó a principios de dicho período, alcanzó su intensidad máxima a mediados de marzo y terminó a fines de abril o principios de mayo. En el recuadro inferior del gráfico se

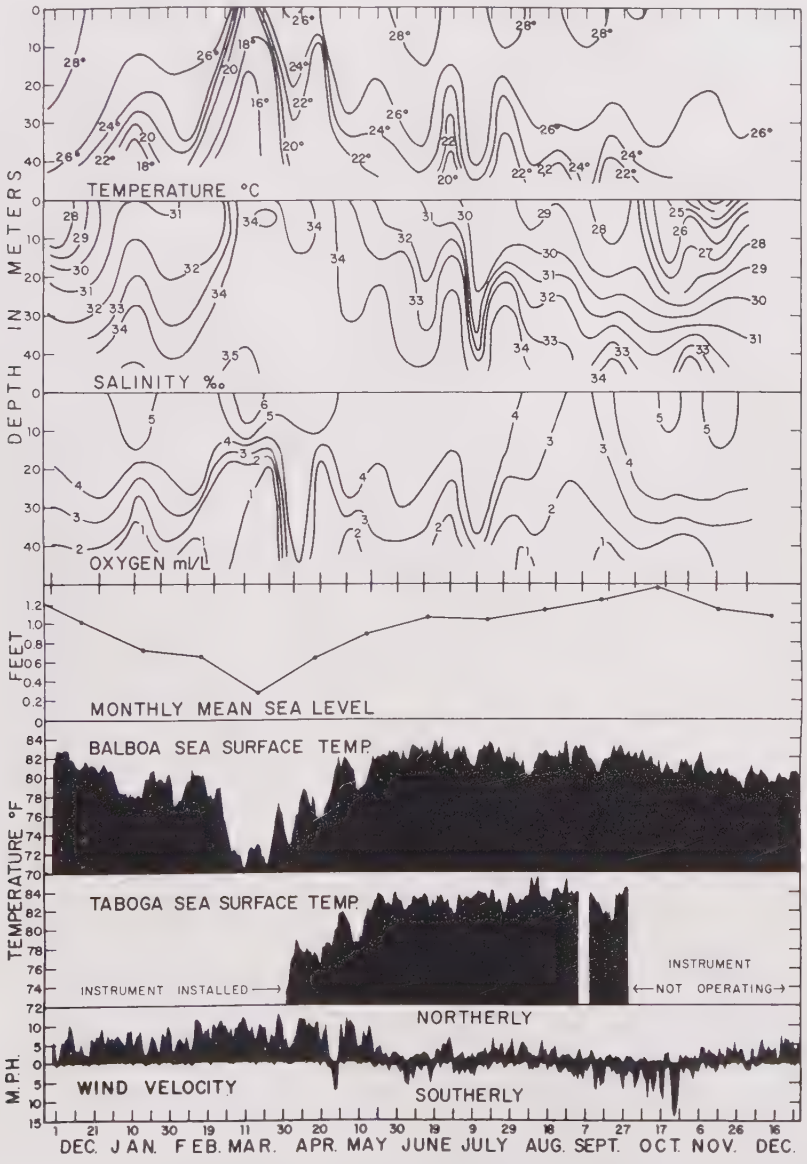

FIGURA 10. Datos meteorológicos y oceanográficos del Golfo de Panamá, de diciembre de 1954 a diciembre de 1955, que muestran algunos de los efectos del afloramiento durante la época de los vientos del norte.

muestra la velocidad media que llevan diariamente los vientos en Balboa, provenientes de los sectores del norte y del sur. Puede verse como, durante el antes mencionado período, los vientos del norte son casi constantes. La fuerza de estos vientos sobre la superficie del mar tiene como efecto el arrastre de las aguas superficiales hacia afuera de la costa. Estas aguas, que son tibias y de baja salinidad, son reemplazadas por aguas más profundas provenientes de alta mar, que tienen una temperatura más baja y más alta salinidad. En los dos recuadros superiores se indican los cambios en la distribución vertical de la temperatura y la salinidad en la estación al suroeste de la Isla Taboga, de conformidad con las observaciones hidrográficas bisemanales que claramente ilustran lo anteriormente explicado. En el tercer recuadro (de arriba a abajo) aparece un gráfico similar que representa los cambios en la distribución vertical del contenido de oxígeno. El contenido tan bajo de oxígeno del agua a la profundidad de unos 20 metros, unido a la baja temperatura y a la alta salinidad, durante el período de afloramiento intenso, es una evidencia más de que es agua profunda proveniente de alta mar. El gráfico muestra también la temperatura media diaria del mar a tres pies de profundidad en Balboa, según el termógrafo de la Compañía del Canal de Panamá, y la temperatura media diaria a igual profundidad en aguas de la Isla Taboga, según lo que registra el termógrafo que nuestro laboratorio ha mantenido durante parte del año. El efecto del afloramiento sobre la temperatura del mar se evidencia claramente. Otro fenómeno que se asocia a este proceso, consiste en la depresión del nivel del mar en la costa, como se ve por el nivel medio mensual que registran las mareas en Balboa. Puede notarse como durante el mes en que el afloramiento es más intenso, el nivel del mar en Balboa es aproximadamente de 0.8 pies más bajo que el normal. (Los datos de los vientos y el nivel del mar y la temperatura oceánica en Balboa, han sido proporcionados a nuestra Comisión por la Compañía del Canal de Panamá).

Investigaciones en el Golfo de Nicoya

Las investigaciones en el Golfo de Nicoya se continuaron en 1955 bajo el mismo plan seguido en 1954. Se hicieron mayores observaciones sobre las diversas especies de anchoas y arenques que habitan el Golfo; se realizaron estudios detallados y recolecciones para seguir los efectos del experimento de trasplante hecho en 1953 con miras al restablecimiento de la población de anchovetas; y se continuaron las medidas de ciertos datos hidrográficos.

Mientras se hacían intensas observaciones y recolecciones que demostraron la desaparición total de la población de anchovetas que originalmente habitaba el Golfo de Nicoya, se logró recoger mucho material relacionado con otras especies de anchoas y arenques que se encuentran en dicho Golfo y son muy a menudo halladas en otras áreas del litoral del Pacífico Oriental tropical. Este material ha sido examinado detalladamente, y ha servido de base para preparar un Boletín sobre la taxonomía y biología de esas especies en el Golfo de Nicoya. Esta publicación es valiosa

no sólo porque algunas de las especies se emplean a veces como carnada para el atún, sino también porque puede constituir una excelente ayuda para nuestro personal y para otros científicos al encontrar esas mismas especies en otras áreas.

A principios de octubre de 1953, alrededor de medio millón de anchovetas adultas, en proceso de desove, fueron transportadas del Golfo de Panamá al de Nicoya para determinar si era posible restablecer una población de tan importante valor como carnada para el atún, en esa región de las aguas costarricenses. La comprobación de los resultados de este experimento es la más importante tarea del laboratorio de Puntarenas. Durante 1954 y 1955 se hicieron regularmente recolecciones y observaciones en todas las partes del Golfo de Nicoya, las que se continuarán por un tiempo más.

Solamente dos especímenes de los peces trasplantados se lograron recapturar, a la tercera y a la cuarta semanas de haber sido echados al Golfo. Ambos se encontraban en buenas condiciones y en avanzado estado de madurez sexual. En mayo de 1954, en las recolecciones con la red de arrastre comenzaron a aparecer individuos entre 95 y 121 milímetros de longitud. Su tamaño indicaba que tenían de cuatro a seis meses, por lo que eran presumiblemente de la progenie de los peces trasplantados. Especímenes del mismo grupo de edad fueron cogidos cada mes, hasta noviembre. En diciembre de 1954, unos pocos especímenes pequeños, resultantes del desove de ese año, se cogieron en la red de playa. Durante 1955 nuestro personal capturó más anchovetas que en 1954. Las características de significación de las pescas de 1955 fueron las siguientes: (1) las anchovetas fueron pescadas por primera vez en la parte interior del Golfo, al norte de Puntarenas, lo que indicó una más amplia distribución que en 1954; (2) se encontraron en todos los meses del año, mientras que en 1954 solamente entre mayo y diciembre; (3) se capturaron peces de más de un año de edad, de mayo a diciembre, lo que indicó que parte de la progenie de los peces trasplantados aún sobrevivía.

El examen macroscópico de las gónadas de anchovetas adultas capturadas en 1955, hace pensar que la actual población en el Golfo de Nicoya está desovando probablemente hasta cierto límite durante todo el año. El hecho de que se han pescado juveniles tanto en verano como en invierno, parece dar vida a esta conclusión.

Aunque todavía no podemos asegurar que el experimento de trasplante ha tenido buen éxito, porque la población de anchovetas aún no ha alcanzado un tamaño que garantice la posibilidad de una explotación comercial, notamos, sin embargo, con algún optimismo, que la población parece ser más abundante que el año pasado. También está más ampliamente distribuída en el Golfo.

Las recolecciones de plancton se han hecho rutinariamente para la obtención de huevos y larvas de la anchoveta y de otros peces clupeidos, como en 1953 y 1954. Los huevos y las larvas han sido separados, pero la

identificación del material depende de que formemos series de los estados del desarrollo de la anchoveta y de las numerosas especies relacionadas con aquélla, debidamente identificadas, según se dijo anteriormente.

Como base para el conocimiento de la hidrografía del Golfo de Nicoya, se han hecho observaciones de la temperatura y salinidad a intervalos regulares y a profundidades diversas en las estaciones de observación localizadas, desde la cabeza hasta la boca del Golfo. Durante 1955, esas observaciones se efectuaron seis veces en cinco estaciones. Un termómetro de registro continuo se halla instalado en el muelle de Puntarenas para recoger diariamente los datos de la temperatura del mar. Gracias a la cortesía del Gobierno de Costa Rica y de las oficinas de otras entidades, se obtienen los resultados de observaciones meteorológicas, históricas y corrientes. Estos datos, junto con los que arrojan nuestras observaciones hidrográficas, serán de utilidad en nuestro intento de determinar las variaciones anuales y estacionales en el régimen del Golfo de Nicoya.

Publicación de los resultados de las investigaciones

Durante los años iniciales, los esfuerzos de nuestro personal se concretaron casi exclusivamente a la recolección y al estudio de datos. Como se ha acumulado una gran cantidad de datos en cada una de las líneas de nuestra investigación, es necesario emplear una mayor parte del tiempo en la tarea, igualmente importante, de sintetizar los resultados para su publicación, de modo que puedan ser de utilidad a los Gobiernos Miembros, al mundo científico, a la industria pesquera y a la generalidad de los interesados.

La Comisión publica los informes científicos de los miembros de su personal y de hombres de ciencia de otras entidades, en los "Boletines" que edita oportunamente. Durante 1955 se dió término a dos de estas publicaciones cuyos títulos se consignan en el Informe de los Delegados (página 23).

El personal de la Comisión también hace publicaciones en otras revistas o periódicos. Tres de éstas fueron publicadas durante el año, a saber:

8. Schaefer, M. B.
1955—Aspects of 1955 Inter-American Tuna Researches.
Pacific Fisherman Yearbook, Jan. 1955, pp. 133-137.

9. Schaefer, M. B.
1956—The scientific basis for a conservation program.
Papers of the International Technical Conference on the Conservation of the Living Resources of the Sea, United Nations, N. Y., Jan. 1956, pp. 14-55.

10. Schaefer, M. B.
1956—Scientific investigation of the tropical tuna resources of the Eastern Pacific.
Papers of the International Technical Conference on the Conservation of the Living Resources of the Sea, United Nations, N. Y., Jan. 1956, pp. 194-221.